

## Partie II - Épreuve de Physique-Chimie, Sciences de la vie et de la Terre et Technologie

### UN EXEMPLE D'EXPLORATION SPATIALE

Dans le cadre d'une mission de l'Agence spatiale européenne (ASE/ESA), la sonde *Rosetta* transportant le robot *Philaé* a été envoyée le 2 mars 2004 par la fusée Ariane 5 vers la comète surnommée *Tchouri*. La mission a été officiellement clôturée à l'automne 2016.



L'atterrisseur *Philaé*, transporte 10 instruments scientifiques dont un spectromètre de masse qui peut analyser les gaz et les molécules organiques prélevés dans le sol.

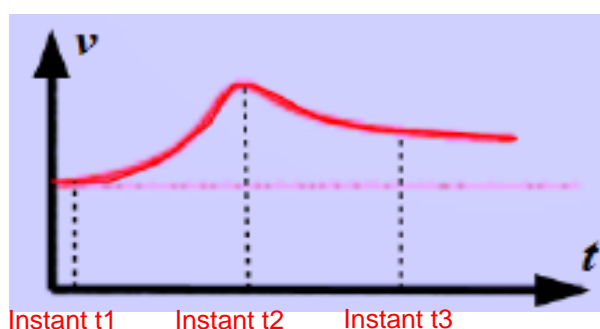
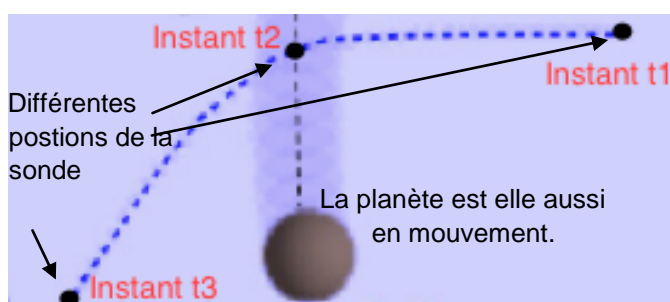
Une des difficultés dans l'atterrissage sur cette comète est la faible intensité de la pesanteur à sa surface. Pour empêcher que l'atterrisseur reparte dans l'espace, chaque pied de *Philaé* a été muni de vis ainsi que d'harpons devant s'enfoncer dans le sol.

### Partie II.1. - Épreuve de Physique-Chimie (30 min – 25 points)

Les candidats doivent composer, pour cette partie II.1. « Physique-Chimie », sur une copie distincte.

#### Le voyage de Rosetta et Philaé

En raison de la valeur de l'intensité de la pesanteur sur Terre, il est difficile et coûteux d'arracher du sol une masse importante comme celle de la fusée Ariane 5. Pour économiser du carburant au décollage et ensuite dans l'espace, les scientifiques en charge du programme *Rosetta* ont décidé d'utiliser le principe de l'assistance gravitationnelle : accélérer la sonde et changer sa direction sans l'aide des moteurs pour pouvoir rattraper la comète *Tchouri*.



Document 1 : Principe de

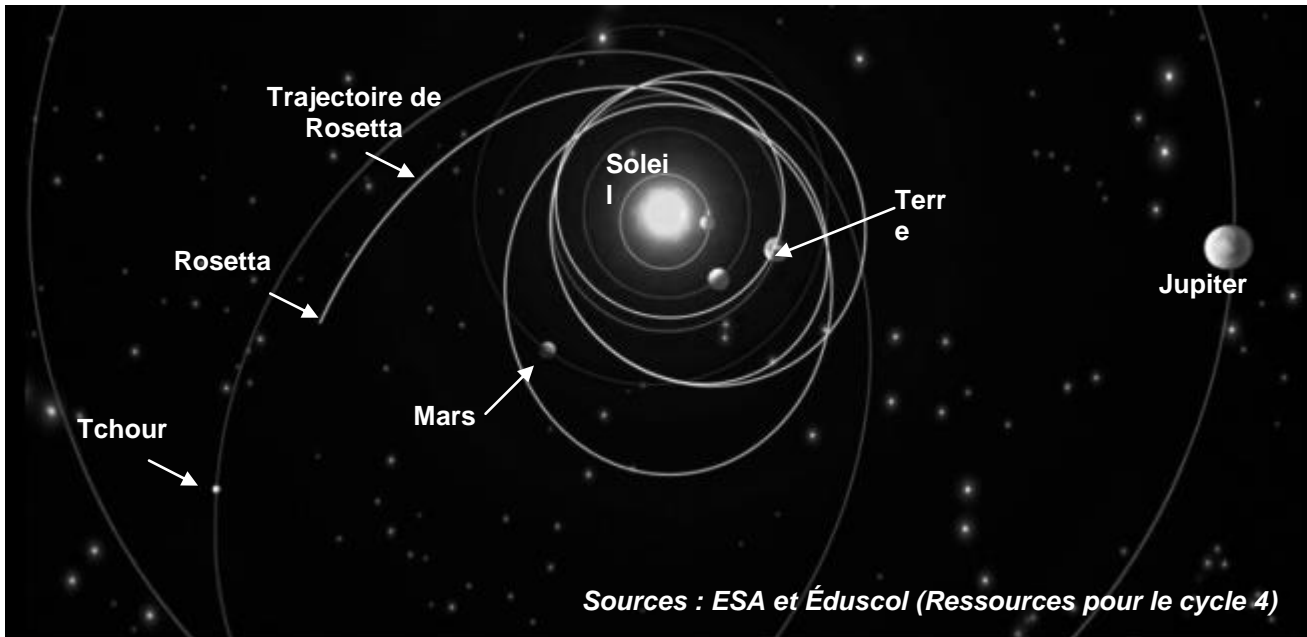
l'assistance gravitationnelle

L'assistance gravitationnelle utilise l'attraction d'une planète conjuguée à son mouvement et à celui de la sonde. Cette dernière peut alors être déviée et accélérée comme le présente le cas du document 1.

*Rosetta*, transportant *Philaé*, a été mise en orbite autour de la Terre par la fusée Ariane 5, sa vitesse par rapport au Soleil était alors égale à celle de la Terre soit 30 km/s.

[Proposition de brevet blanc – Sujet 2 – Académie de Paris 2017](#)

Après une première assistance gravitationnelle due à la Terre, la vitesse de la sonde a augmenté pour atteindre la valeur de 33,8 km/s. Une assistance gravitationnelle de Mars a ensuite été mise en œuvre pour uniquement modifier la trajectoire de *Rosetta* de manière à la faire longer à nouveau la Terre. La sonde a alors subi deux autres assistances gravitationnelles dues à la Terre, utilisées pour augmenter sa vitesse (35,1 km/s puis 38,7 km/s) et encore la dévier.



Document 2 : Le voyage de *Rosetta* pour « rattraper » *Tchouri*.

1- Effet des différentes assistances gravitationnelles sur la sonde *Rosetta*

À l'aide des documents 1 et 2, indiquer sur votre copie les réponses correspondant aux effets de l'assistance gravitationnelle sur le mouvement de la sonde. Dans chaque cas, parmi les 4 propositions plusieurs sont justes.

1.1- Lorsqu'une sonde passe à proximité d'une planète :

- A- sa trajectoire n'est pas modifiée
- B- sa trajectoire est modifiée
- C- la valeur de sa vitesse peut ne pas changer
- D- la valeur de sa vitesse peut augmenter

1.2- Les modifications du mouvement de la sonde sont dues à une action extérieure. Cette action extérieure est :

- A- une action de contact
- B- une action à distance
- C- due à la force de gravitation entre la planète et la sonde
- D- due aux frottements dans l'espace interplanétaire

2- Dans le document 2, cinq planètes du système solaire sont représentées mais deux ne sont pas légendées.

**Ces deux planètes sont-elles Mercure et Vénus (planètes telluriques) ou bien Saturne et Uranus (planètes géantes gazeuses) ?**

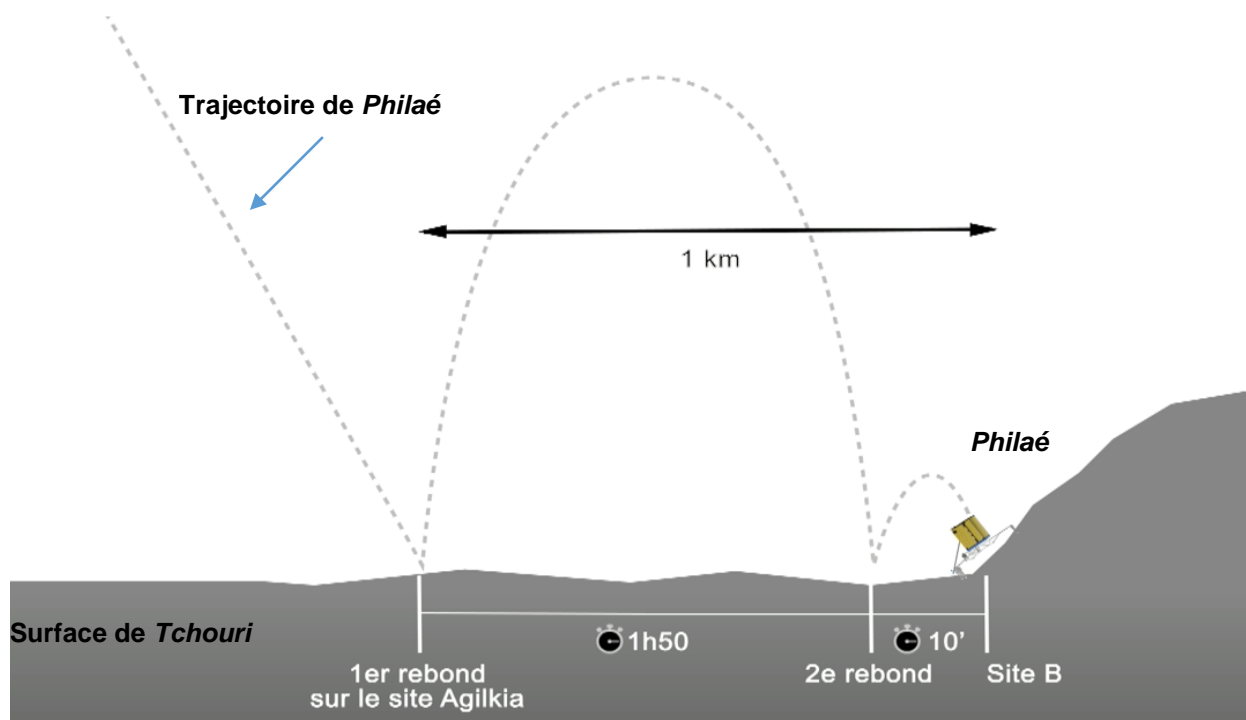
3- La Terre se déplace autour du Soleil à une vitesse de valeur 30 km/s.

**Calculer la distance parcourue par la Terre en une année autour du Soleil. Cette distance correspond-t-elle à une année-lumière ?**

L'atterrisseur *Philaé*, largué par la sonde *Rosetta*, a chuté et s'est posé à la surface de *Tchouri* pour analyser la composition de cette comète. La masse de cet atterrisseur est de 98 kg, celle de la sonde est de 3 tonnes. Sur Terre l'intensité de la pesanteur est de 10 N/kg alors qu'à la surface de *Tchouri* elle est de 0,0001 N/kg.



Document 3 : *Philaé* chutant, photographié depuis *Rosetta* (ESA)



Document 4 : les rebonds de *Philaé* sur *Tchouri* (Sciences et Avenir)

4- Justifier que *Philaé* soit tombé sur *Tchouri* et à l'aide de calculs montrer qu'il a été nécessaire de l'équiper de vis et de harpons.

Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie même si elle n'a pas abouti.

## Partie II.2. - Épreuve de Sciences de la vie et de la Terre (30 min – 25 points)

Les candidats doivent composer, pour cette partie II.2. « Sciences de la vie et de la Terre », sur une copie distincte.

### La recherche de molécules organiques extra-terrestres

1) Les appareils transportés par *Philaé* permettent d'étudier le sol de la comète et de rechercher les molécules organiques susceptibles d'être présentes.

Acides aminés entrant dans la composition des protéines				Acides aminés indispensables à la vie des êtres humains	
Acide aspartique	Leucine	Proline	Tryptophane	Leucine	Thréonine
Acide glutamique	Lysine	Sérine	Valine	Lysine	Tryptophane
Alanine	Méthionine	Glutamine	Tyrosine	Méthionine	Valine
Isoleucine	Histidine	Glycine	Arginine	Phénylalanine	Isoleucine
Phénylalanine	Cystéine	Thréonine	Asparagine		

Document 1 : Les acides aminés présents sur Terre

Glycine	Proline	Acide succinique	Guanine
Alanine	Acide aspartique	Acide fumarique	Xanthine
Valine	Acide glutamique	Acétone	Hypoxanthine
Leucine	Acide carboxylique	Urée	Uracile
Isoleucine	Acide lactique	Éthanol	

Document 2 : Molécules organiques identifiées dans la comète de Murchison (des débris de celle-ci ont été retrouvés sur la Terre).

→ À l'aide des documents 1 et 2, préciser les caractéristiques demandées pour la valine en relevant la proposition exacte. Dans chaque cas, parmi les 4 propositions 1 seule est juste.

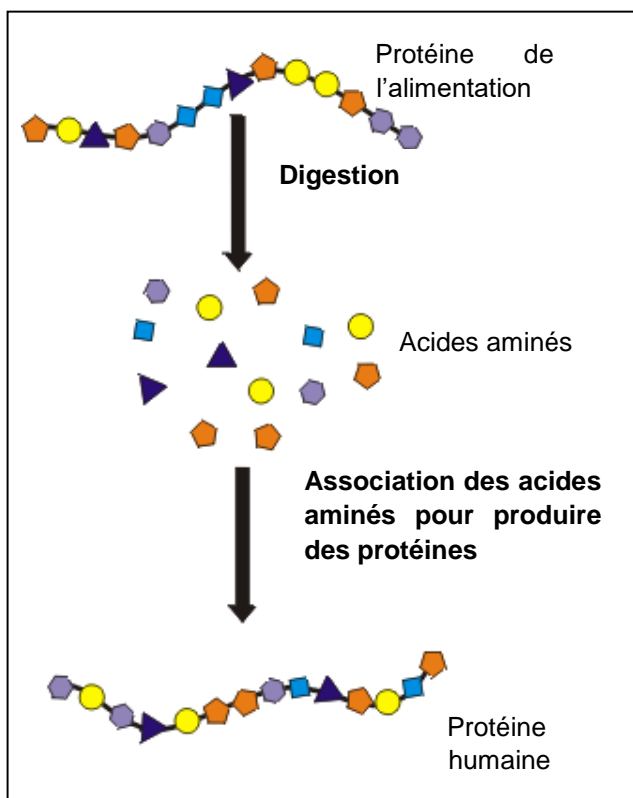
a) La valine est :

- A. un acide aminé
- B. un acide nucléique
- C. un glucide
- D. un lipide

b) La valine est présente :

- A. uniquement sur la Terre
- B. uniquement sur la comète Murchinson
- C. sur Terre et sur la comète Murchinson
- D. ni sur la Terre, ni sur la comète Murchinson

2) Les acides aminés sont les nutriments utilisés par l'organisme pour construire des protéines.



Document 3 : Les nutriments nécessaires à l'alimentation humaine

Une enzyme est une protéine qui facilite une réaction biochimique.

Ces molécules interviennent dans le « découpage » chimique des macromolécules. Par exemple, lors de la digestion, elles séparent les unes des autres les unités de construction des macromolécules afin que les petites molécules, alors qualifiées de nutriments, soient capables de traverser la paroi intestinale et de passer dans le sang (absorption intestinale).

Elles interviennent aussi dans presque toutes les transformations qui se produisent dans une cellule, qu'il s'agisse de séparer deux sous-unités ou de les associer.

Ces molécules sont donc indispensables au fonctionnement des cellules et des organismes, qu'ils soient unicellulaires ou pluricellulaires.

Document 4 : Le rôle des enzymes

→ À l'aide des documents 2 et 3, décrire l'ensemble des phénomènes qui permettent aux cellules humaines, où qu'elles soient dans l'organisme, de produire leurs propres protéines à partir des protéines ingérées.

3) Parmi les 10 instruments scientifiques embarqués à bord de *Philaé*, les scientifiques ont embarqué un spectromètre de masse pour analyser les gaz et les molécules organiques prélevés dans le sol.

→ En utilisant les documents, expliquer en quoi la présence du spectromètre de masse peut fournir des informations concernant une hypothétique vie extra-terrestre sur la comète *Tchouri*.

## Partie II.3. - Épreuve de Technologie (30 min – 25 points)

Les candidats doivent composer, pour cette partie II.3. « Technologie », sur une copie distincte.

- Les candidats doivent composer, pour cette partie II.3. « Technologie », directement sur le sujet d'examen dans l'espace réservé à chaque question.
- En fin d'épreuve les candidats rendent le sujet complété avec la copie d'examen.

### Le robot Philaé

#### La mission :

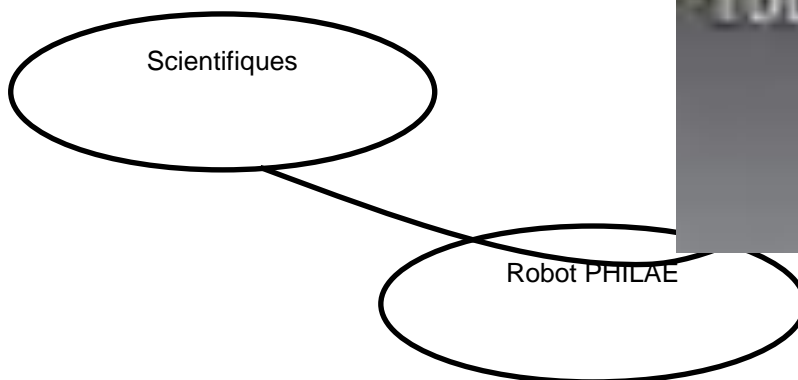
Philaé est un robot de l'Agence Spatiale Européenne transporté à quelque 510 millions de kilomètres de la Terre par la sonde spatiale *Rosetta* jusqu'à ce qu'il se pose sur la comète *Tchouri* le 12 novembre 2014, plus de dix ans après avoir quitté la Terre.

Il se présente sous la forme d'un cylindre polygonal d'une masse totale de 97,9 kg dont 26,7 kg d'instruments scientifiques.



Document 1 : Vue du robot Philae

A qui rend-t-il service ?

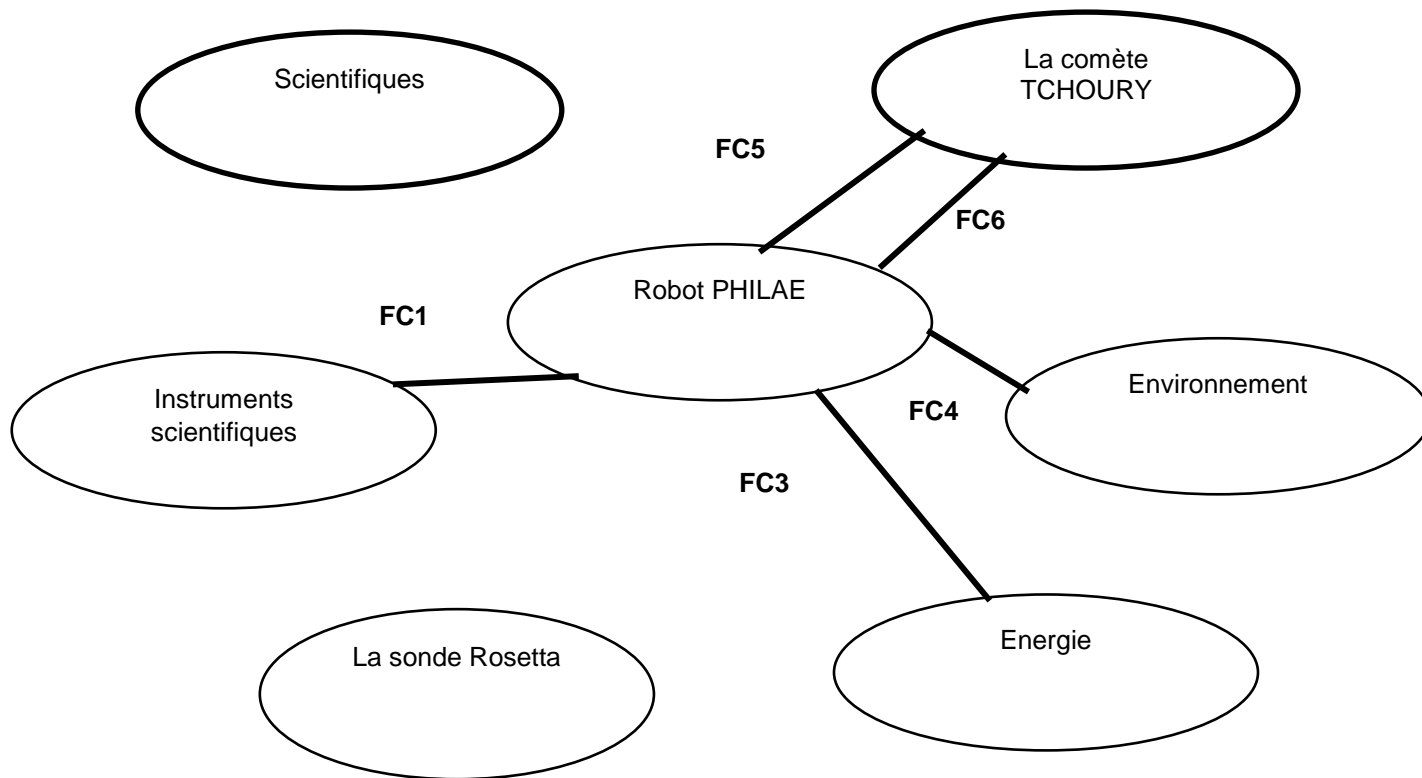


Dans quel but ?

Transmettre aux scientifiques sur Terre des données sur des échantillons prélevés

Document 2 : Diagramme de la bête à corne

2/ Reporter sur le diagramme des interacteurs les fonctions de service FP1 et FC2.



Document 3 : Diagramme des interacteurs

Compléter dans le tableau ci-dessous la fonction contrainte FC1

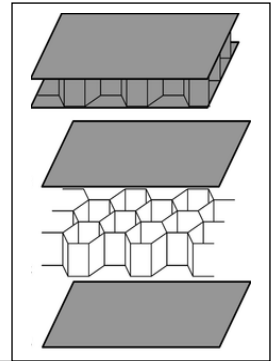
FONCTIONS	Énoncé de la fonction
FP1	Transmettre aux scientifiques sur Terre des données sur des échantillons prélevés.
FC1	.....
FC2	Communiquer avec la sonde Rosetta.
FC3	Etre autonome en énergie.
FC4	S'adapter à l'environnement spatial.
FC5	Se poser sur la comète Tchouri.
FC6	Prélever des échantillons.

Document 4 : Fonctions de service du robot Philaé

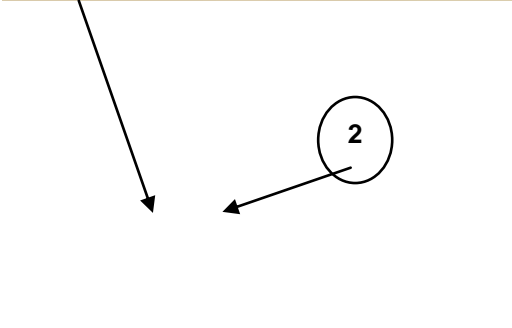
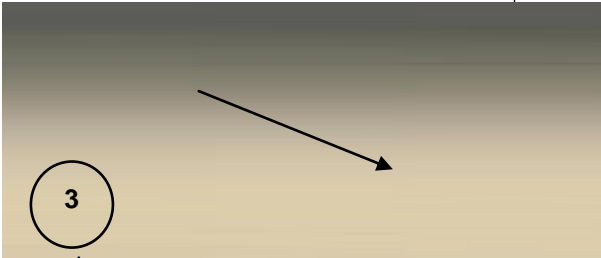
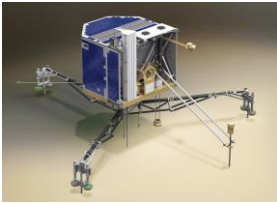
## Matériaux :

On cherche à construire une structure en nid d'abeilles légère et résistante.  
On propose trois solutions de matériaux. **Choisir celle qui vous semble la plus adaptée en cochant parmi les 3 propositions ci-dessous.**

- Plaques et nid d'abeilles en acier
- Plaques et nid d'abeilles en plastique ABS
- Plaques en fibre de carbone et nid d'abeilles en aluminium



Document 5 : Structure en nid d'abeille



Document 6 : Vue du train d'atterrissage

## Etude fonctionnelle du train d'atterrissage :

Philae dispose d'un train d'atterrissage tripode conçu pour amortir sa vitesse d'arrivée. Le corps de Philae peut pivoter et s'incliner.

En raison du manque d'informations sur la consistance de la surface, trois dispositifs d'atterrissage complémentaires sont prévus.

### 1. Harponnage :

Deux harpons sont tirés depuis la partie inférieure de l'atterrisseur, grâce à un dispositif d'explosifs

### 2. Stabilisation :

Les pieds du train d'atterrissage sont munis de surfaces de contact suffisamment larges.

### 3. Arrimage :

Des vis situées au niveau des pieds sont entraînées en rotation par un moteur

## Expliquer le rôle de chacun de ces dispositifs

### 1. Harponnage :

.....  
.....  
.....

### 2. Stabilisation :

.....  
.....  
.....

### 3. Arrimage :

.....



## Energie :

L'énergie électrique est fournie par des batteries (une primaire et une secondaire).

La batterie primaire non rechargeable, d'une masse de 3 kg, a pour rôle de fournir de l'énergie durant les 5 premiers jours d'opération, de manière à garantir que les principales mesures scientifiques seront réalisées quel que soit l'ensoleillement du site d'atterrissage. La batterie secondaire rechargeable, de type lithium-ion, permet de poursuivre la mission une fois la batterie primaire épuisée.

1/ Quelle source d'énergie peut être utilisée pour alimenter la batterie secondaire ?

2/ Quelles peuvent être les limites de cette solution dans l'espace ?

1/.....  
.....  
.....  
.....  
2/.....  
.....  
.....

## Partie programmation :

Parmi les instruments utilisés par le robot Philae, des forets (ils sont entraînés en rotation par des moteurs) sont destinés à effectuer des perçages dans le sol de la comète afin de faire des prélèvements.

Un des programmes d'exploration du sol, consiste à effectuer un forage sur plusieurs profondeurs.

L'organigramme ci-contre décrit un forage sur 30 cm de profondeur.

**Compléter ce dernier.**

## Indications :

- Au contact avec le sol, le moteur se met en marche.
- Le foret descend sur une profondeur de 30 cm, ensuite.
- Une fois la profondeur atteinte, le foret remonte et le moteur s'arrête.

