





## Exercice 1 (obligatoire) – Niveau terminale

Thème « Le futur des énergies »

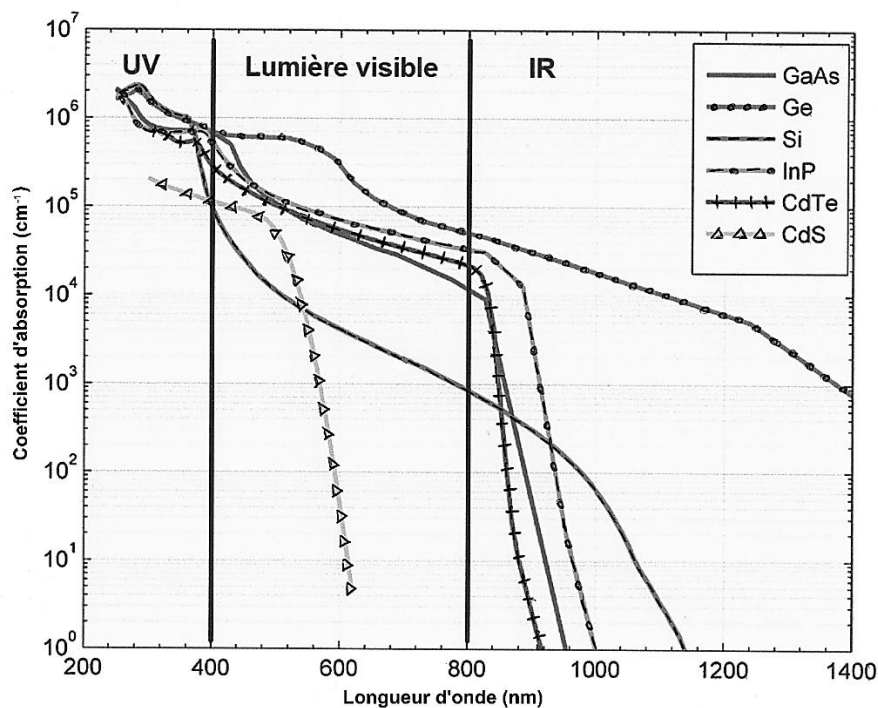
### Le complexe de Toco

Sur 10 points

Le complexe de stockage Toco, situé en Guyane, est le plus grand complexe de stockage par batteries lithium-ion en France. Il rassemble la centrale solaire de Savane des Pères couplée à une installation de stockage par batterie ainsi que l'installation de stockage par batterie de Mana. On recherche une alternative à l'utilisation de batteries.



### Document 1 : Coefficient d'absorption des matériaux semi-conducteurs en fonction de la longueur d'onde de la lumière



GaAs : arséniure de gallium ; Si : silicium ; InP : phosphore d'indium ; CdTe : tellure de cadmium ; CdS : sulfure de Cadmium.

D'après : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01529748/document>

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

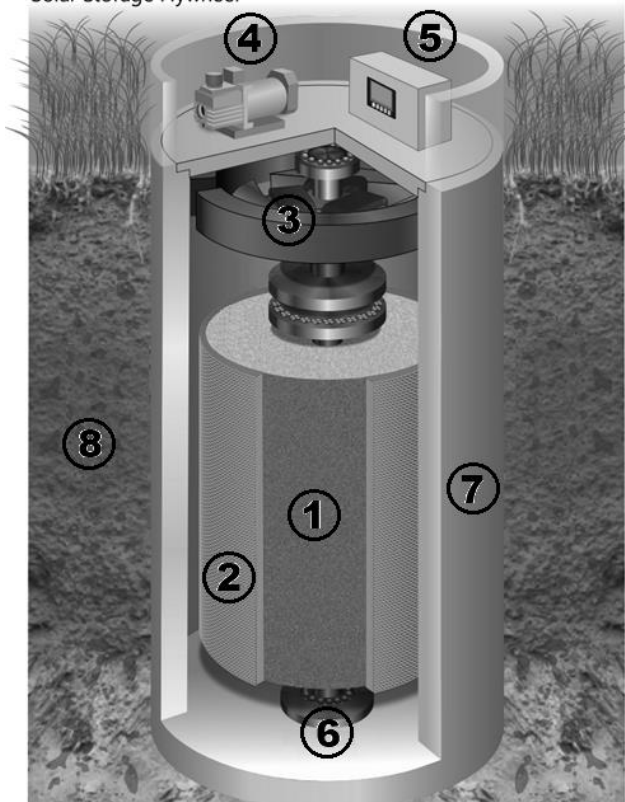
## Document 2 : Le volant de stockage solaire

Une solution innovante est expérimentée au sein du complexe de Toco, il s'agit d'un Volant de Stockage Solaire (VOSS) : "Pour une masse de 4-5 tonnes incluant l'équipement autour, le volant aura une capacité de stockage énergétique de 10 kWh, et l'ensemble moteur/alternateur une puissance nominale de 10 kW. Ainsi, le système disposera d'une autonomie d'une heure en utilisation maximum".

Un VOSS est constitué d'une masse en béton (mélange de sable et de ciment) précontraint entraînée par un moteur électrique. L'apport d'énergie électrique permet de faire tourner la masse à des vitesses très élevées et une fois lancée, elle continue à tourner, même si plus aucun courant ne l'alimente. L'énergie électrique est alors stockée dans le volant sous forme d'énergie cinétique, elle pourra ensuite être restituée instantanément en utilisant l'alternateur, entraînant la baisse de la vitesse de rotation de la masse.

### VOSS

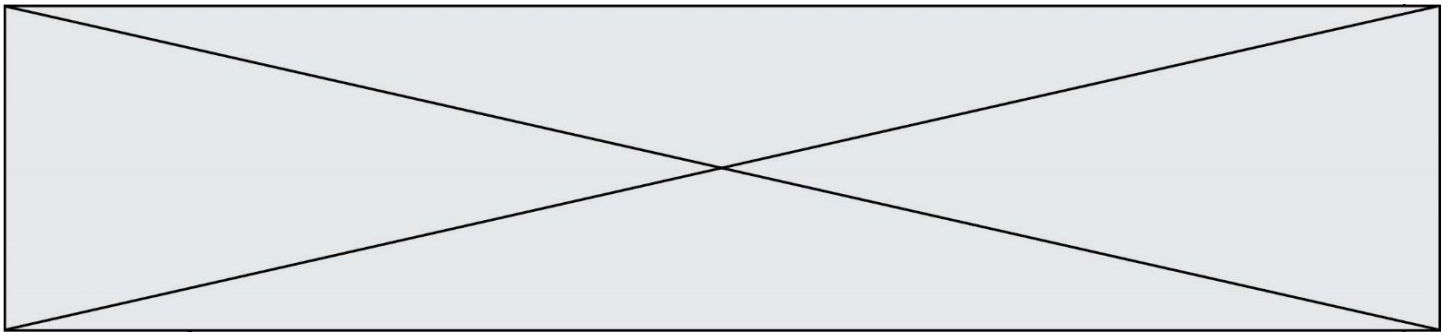
Volant de Stockage Solaire  
Solar Storage Flywheel



- ① Volant d'inertie en béton précontraint
- ② Frettage en fibre de verre sous tension autour du volant
- ③ Moteur / Alternateur
- ④ Pompe à vide
- ⑤ Onduleur
- ⑥ Roulement à billes
- ⑦ Enceinte en béton sous vide
- ⑧ Le volant est enterré mais une partie est accessible pour la maintenance

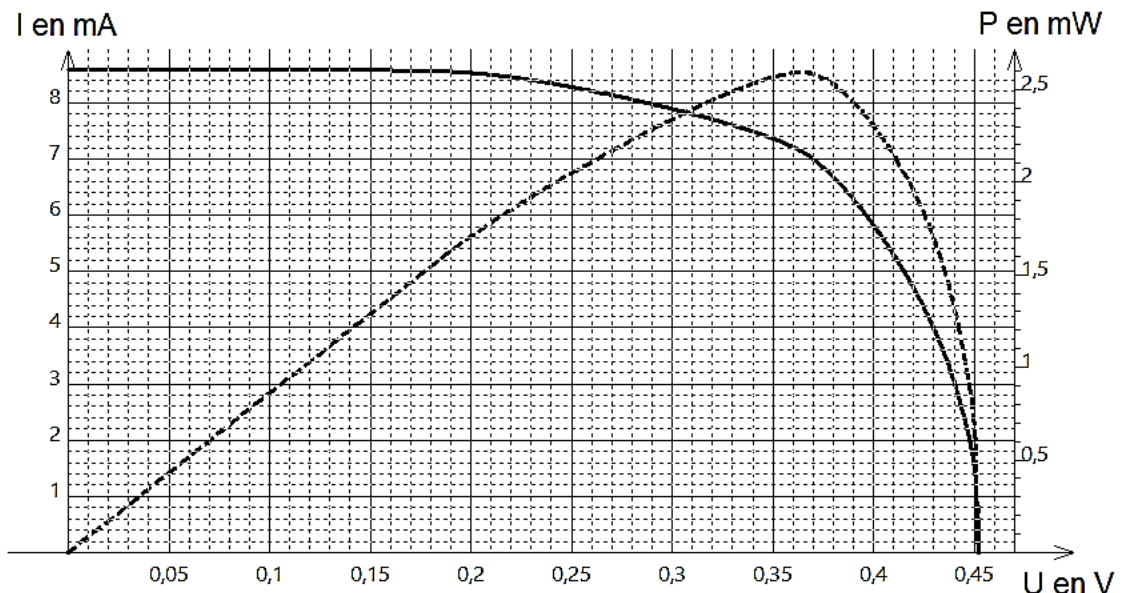
1kWh est l'énergie associée à une puissance de 1 kW transférée ou stockée pendant une heure.

D'après : <http://www.energiestro.fr>



À partir des connaissances et des informations fournies, répondre aux questions suivantes.

1- À la suite de mesures, on trace à l'aide d'un tableur la courbe montrant les variations de l'intensité du courant électrique produit par une cellule photovoltaïque en fonction de la tension à ses bornes ( $I = f(U)$  en trait plein) et la courbe montrant les variations de la puissance électrique délivrée en fonction de cette même tension ( $P = f(U)$  en pointillés).



Noter sur votre copie le numéro de la série de propositions (I, II...) et la lettre correspondant à proposition exacte :

- I. Une cellule photovoltaïque convertit :
- l'énergie électrique qu'elle reçoit en énergie radiative ;
  - l'énergie radiative qu'elle reçoit en énergie thermique ;
  - l'énergie radiative qu'elle reçoit en énergie électrique ;
  - l'énergie thermique qu'elle reçoit en énergie électrique.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :


(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :  N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :  /  /



1.1

II. La puissance délivrée par une cellule photovoltaïque peut se calculer à l'aide de la relation :

- a.  $P = U \times I$  ;
- b.  $P = R \times I^2$  ;
- c.  $P = U \times I^2$  ;
- d.  $P = R \times I$ .

III. La cellule photovoltaïque étudiée est parcourue par :

- a. un courant d'intensité 80 mA lorsque la tension à ses bornes vaut 0,29 V ;
- b. un courant d'intensité 4 mA lorsque la tension à ses bornes vaut 0,14 V ;
- c. un courant d'intensité 8 mA lorsque la tension à ses bornes vaut 0,29 V ;
- d. un courant d'intensité 7 mA lorsque la tension à ses bornes vaut 0,39 V.

IV. La puissance électrique maximale produite par la cellule vaut :

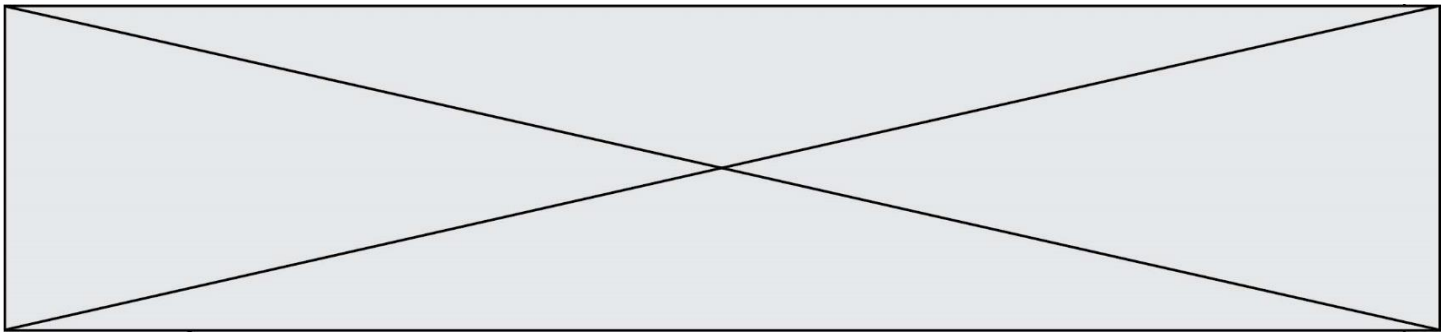
- a. 8,6 mW ;
- b. 2,6 W ;
- c. 2,6 mW ;
- d. 2,5 kW.

V. La résistance d'utilisation maximisant la puissance électrique délivrée par la cellule est d'environ :

- a. 0,051  $\Omega$  ;
- b. 51  $\Omega$  ;
- c. 19  $\Omega$  ;
- d. 0,019  $\Omega$ .

La centrale solaire de Savane des Pères est constituée d'une surface de 22 200 m<sup>2</sup> de modules photovoltaïques au tellure de cadmium (Cd/Te) qui reçoivent annuellement une énergie solaire de 1,875 MWh/m<sup>2</sup> pour une production électrique de 5 400 MWh.

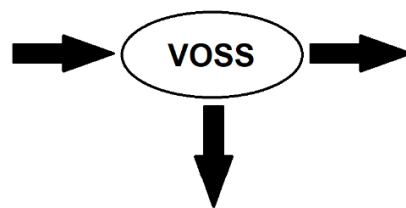
2- À partir du document 1, indiquer pourquoi il est possible d'utiliser le matériau semi-conducteur tellure de cadmium (Cd/Te) en remplacement du silicium (Si) que l'on trouve communément dans les modules photovoltaïques.



**3-** Calculer le rendement énergétique de la centrale solaire. Toute démarche entreprise pour répondre à la question sera valorisée.

**4-** Les batteries couplées à la centrale solaire de Savane des Pères ont une capacité de stockage de 2,9 MWh et une puissance de 2,6 MW. Calculer la durée d'autonomie électrique de ces batteries.

**5-** Recopier et compléter le schéma de la chaîne de transformation énergétique d'un Voss lorsqu'il est en phase de restitution de l'énergie stockée.



**6-** Donner le nom du phénomène physique exploité par un alternateur et le décrire brièvement.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :


(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :  N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :  /  /



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

## Exercice 2 (au choix) – Niveau première

Thème « Son et musique, porteurs d'information »

### Gamme tempérée et gamme de Pythagore

Sur 10 points

Il y a eu dans l'histoire de nombreuses constructions de gammes pour ordonner les notes à l'intérieur d'une octave. Cet exercice étudie deux types de gammes à douze notes : la gamme tempérée et la gamme de Pythagore.

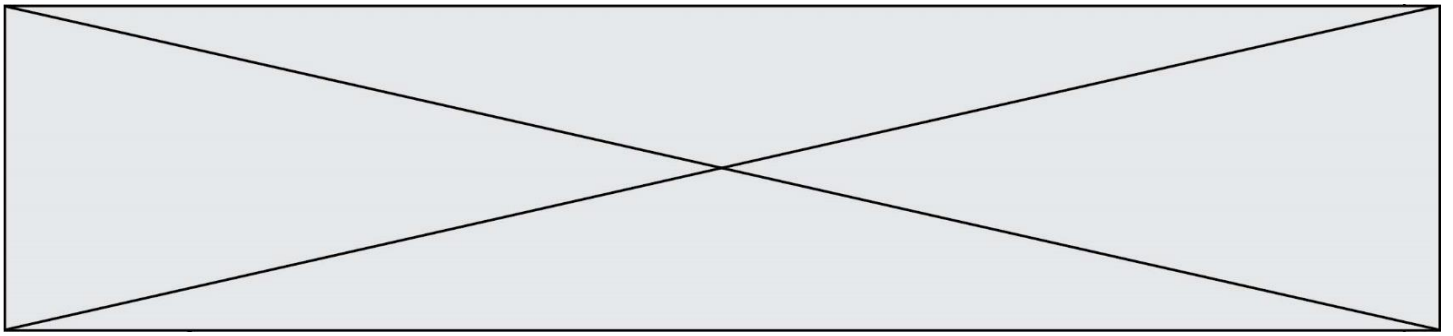
L'octave peut être divisée en douze intervalles en formant douze notes de base (Do, Do<sup>#</sup>, Ré, Mi<sup>b</sup>, Mi, Fa, Fa<sup>#</sup>, Sol, Sol<sup>#</sup>, La, Si<sup>b</sup>, Si). La gamme fréquemment utilisée de nos jours est la gamme tempérée, dans laquelle le rapport de fréquences entre deux notes consécutives est constant.

- 1- Préciser la valeur du rapport des fréquences de deux notes séparées d'une octave.
- 2- Expliquer pourquoi la valeur exacte du rapport des fréquences entre deux notes consécutives de la gamme tempérée est  $\sqrt[12]{2}$ .
- 3- La fréquence du La<sub>3</sub> est égale à 440 Hz. Calculer la valeur, arrondie au dixième, de la fréquence de la note suivante (Si<sub>3</sub><sup>b</sup>) dans la gamme tempérée.
- 4- Jusqu'au XVII<sup>e</sup> siècle, la gamme la plus utilisée était la gamme de Pythagore, obtenue à partir des quintes successives d'une note initiale. Le tableau ci-dessous donne les fréquences des différentes notes de la gamme de Pythagore en partant de 440 Hz.

Note	Mi <sub>3</sub>	Fa <sub>3</sub>	Fa <sub>3</sub> <sup>#</sup>	Sol <sub>3</sub>	Sol <sub>3</sub> <sup>#</sup>	La <sub>3</sub>	Si <sub>3</sub> <sup>b</sup>	Si <sub>3</sub>	Do <sub>4</sub>	Do <sub>4</sub> <sup>#</sup>	Ré <sub>4</sub>	Ré <sub>4</sub> <sup>#</sup>
Fréquence (Hz)	330	352,4	371,3	396,4	417,7	440	469,9	495	528,6	556,9	594,7	626,5

4-a- Calculer le rapport des fréquences des notes Si<sub>3</sub> et Mi<sub>3</sub> et donner le nom d'un tel intervalle.

4-b- On considère la fonction Python `freq_suivante` ci-dessous qui permet de construire la gamme de Pythagore.



```
def freq_suivante(f):  
    f = 3/2*f  
    if f >= 660 :  
        f = f/2  
    return(f)
```

Donner les nombres renvoyés après l'exécution de `freq_suivante(330)` et de `freq_suivante(440)`.

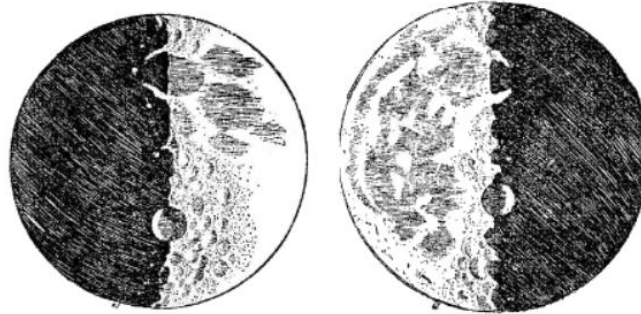
Préciser les notes correspondantes.







**Figure 1** : dessins de la Lune extraits du livre “Sidereus nuncius” de Galilée.



Situation 1

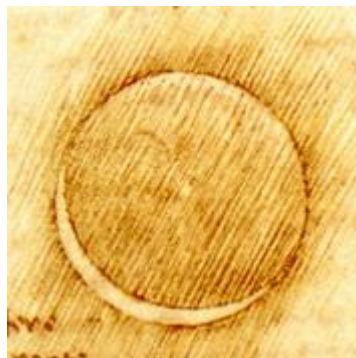
Situation 2

D'après : <https://media4.obspm.fr>

### Document 2. Observations de Léonard de Vinci

Il y a 500 ans de cela, Léonard de Vinci résolut une très ancienne énigme astronomique : l'origine de la lumière cendrée, cette douce lueur qui baigne la partie non éclairée de la Lune.

Peu de gens le savent, mais une des plus grandes manifestations du génie de Léonard de Vinci n'a rien à voir avec la peinture ou l'ingénierie. Il s'agit en fait d'astronomie : il a compris l'origine de la lumière cendrée.



On peut observer la lumière cendrée chaque nuit où la Lune est en croissant au-dessus de l'horizon, au coucher du soleil. Entre les pointes du croissant, vous devinez comme une image fantomatique de la Lune. C'est la lumière cendrée, le reflet sur la partie non éclairée de la Lune de la lumière renvoyée par la Terre.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :  
(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :



1.1

Pendant des milliers d'années, les hommes se sont émerveillés devant cette splendeur sans en comprendre la cause. Et il fallut attendre le 16e siècle pour que Léonard de Vinci la comprenne.

Aujourd'hui, la réponse nous paraît évidente. Quand le Soleil se couche sur la Lune, il se produit exactement la même chose que sur Terre : c'est la nuit. Mais pas une nuit noire... Même quand le Soleil est couché, il y a encore une source de lumière dans la nuit lunaire : la Terre bien sûr !

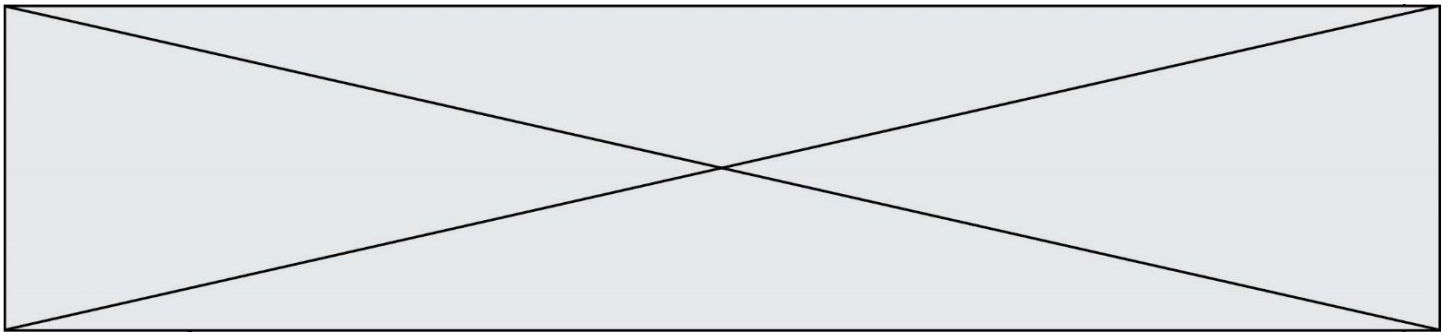
D'après [https://www.cidehom.com/science\\_at\\_nasa.php?\\_a\\_id=224](https://www.cidehom.com/science_at_nasa.php?_a_id=224)

### Document 3. Calendrier du premier semestre 2021

Les disques noirs représentent les dates de nouvelle Lune et les disques blancs la pleine Lune. Ces dates ont été effacées pour le mois de juin.

Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
1 V Jour de l'An	1 L Ela 05	1 L Aubin 09	1 J Hugues	1 S Fête du Travail	1 M Justin
2 S Basile	2 M Chandeleur	2 M Charles le B.	2 V Sandrine	2 D Boris	2 M Blandine
3 D Épiphanie	3 M Blaise	3 M Guénohé	3 S Richard	3 L Phil, Jacq. 18	3 J Kévin
4 L Odilon 01	4 J Véronique	4 J Casimir	4 D Pâques	4 M Sylvain	4 V Clotilde
5 M Edouard	5 V Agathe	5 V Olive	5 L Lundi de Pâques 14	5 M Judith	5 S Igor
6 M Balthazar	6 S Gaston	6 S Colette	6 M Marcellin	6 J Prudence	6 D Norbert
7 J Raymond	7 D Eugénie	7 D Félicité	7 M Jean-B. de la Salle	7 V Gisèle	7 L Gilbert 23
8 V Lucien	8 L Jacqueline 06	8 L Jean de Dieu 10	8 J Julie	8 S Victoire 1945	8 M Médard
9 S Alx	9 M Apolline	9 M Françoise	9 V Gautier	9 D Pacôme	9 M Diane
10 D Guillaume	10 M Arnaud	10 M Vivien	10 S Fulbert	10 L Solange 19	10 J Landry
11 L Paulin 02	11 J N.-D. Lourdes	11 J Rosine	11 D Stanislas	11 M Estelle	11 V Barnabé
12 M Tatiana	12 V Félix	12 V Justine	12 L Jules 15	12 M Achille	12 S Guy
13 M Yvette	13 S Béatrice	13 S Rodrigue	13 M Ida	13 D Ascension	13 D Antoine de P.
14 J Nina	14 D Valentin	14 D Mathilde	14 M Maxime	14 V Matthias	14 L Elsie 24
15 V Rémi	15 L Claude 07	15 L Louise 11	15 J Paternite	15 S Denise	15 M Germaine
16 S Marcel	16 M Mardi gras	16 M Bénédicte	16 V Benoît-Joseph	16 D Honoré	16 M Aurélien
17 D Roseline	17 M Alexis	17 M Patrice	17 S Anicet	17 L Pascal 20	17 J Hervé
18 L Prisca 03	18 J Bernadette	18 J Cyrille	18 D Parfait	18 M Éric	18 V Léonce
19 M Marius	19 V Gabin	19 V Joseph	19 L Emma 16	19 M Yves	19 S Romuald
20 M Sébastien	20 S Aimée	20 S Alessandra	20 M Odette	20 J Bernardin	20 D Fête des Pères
21 J Agnès	21 D P. Damien	21 D Clémence	21 M Anselme	21 V Constantin	21 L Rodolphe 25
22 V Vincent	22 L Isabelle 08	22 L Léa 12	22 J Alexandre	22 S Emile	22 M Alban
23 S Barnard	23 M Lazare	23 M Victorien	23 V Georges	23 D Pentecôte	23 M Audrey
24 D Fr. de Sales	24 M Modeste	24 M Cath. de Suède	24 S Fidèle	24 L Lundi de Pentecôte 21	24 J Jean-Baptiste
25 L Conv. S. Paul 04	25 J Roméo	25 J Humbert	25 D Marc	25 M Sophie	25 V Prosper
26 M Paule	26 V Nestor	26 V Larissa	26 L Aïda 17	26 M Bérenger	26 S Annelme
27 M Angèle	27 S Honorine	27 S Habib	27 M Zita	27 J Augustin	27 D Fernand
28 J Th. d'Aquin, Maureen	28 D Romain	28 D Rameaux	28 M Jour du Souv.	28 V Germain	28 L Irénée 26
29 V Gildas		29 L Gwladys 13	29 J Cath. de St.	29 S Aymar	29 M Pierre, Paul
30 S Martine		30 M Amédée	30 V Robert	30 D Fête des Mères	30 M Martial
31 D Marcelle		31 M Benjamin		31 L Visitation 22	

Source : <https://www.lecalendrier.fr>



### 1- Les observations de Galilée (document 1)

**1-a-** Pour les deux situations (notées Situation 1 et Situation 2) dessinées par Galilée sur la figure 1, représenter sur un schéma les positions de la Terre, de la Lune et du Soleil.

**1-b-** Dessiner ce que Galilée aurait observé dans les deux situations de la figure 1 si la surface de la Lune était parfaitement lisse.

**1-c-** Galilée a pu aisément comparer les observations qu'il a réalisées à différents moments de l'année parce que la Lune présente toujours la même face à la Terre.

Voici plusieurs propositions pour expliquer ce phénomène :

- (a) la Lune tourne sur elle-même avec la même période que celle de son mouvement de rotation autour du Soleil ;
- (b) la Lune tourne sur elle-même avec la même période que celle de son mouvement de rotation autour de la Terre ;
- (c) la Lune ne tourne pas sur elle-même tout en tournant autour de la Terre,
- (d) la Lune reste fixe dans le ciel pour un observateur terrestre.

Recopier sur votre copie la bonne explication ; justifier votre réponse en vous appuyant sur un schéma clair.

### 2- Les observations de Léonard de Vinci

**2-a-** Schématiser, sans souci d'échelle, les positions relatives de la Lune, du Soleil et de la Terre dans la situation décrite par Léonard de Vinci dans le document 2.

**2-b-** À partir du document 2 et du schéma réalisé dans la question précédente, expliquer comment un individu, sur Terre, peut observer la lumière cendrée de la Lune.

**2-c-** Expliquer en quoi l'observation de la lumière cendrée montre que l'albedo de la Terre n'est pas nul.

### 3- Période favorable à l'observation de la lumière cendrée

**3-a-** À partir des données figurant sur le calendrier du document 3, calculer la durée moyenne, en jour, de l'intervalle de temps qui sépare deux pleines lunes successives.

**3-b-** En décrivant avec précision le raisonnement utilisé, déterminer une période de 10 jours a priori favorables à l'observation de la lumière cendrée pendant le mois de juin 2021.