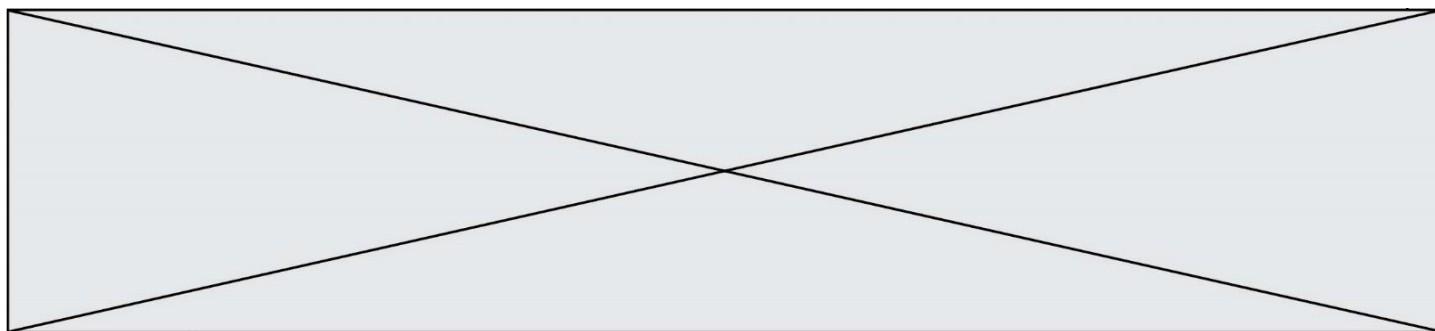


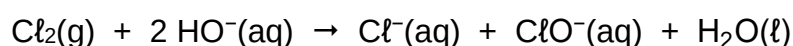




| « JAVEL » en flacon                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | « JAVEL CONCENTRÉE » en berlingot                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Eau de Javel prête à l'emploi.                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Verser deux berlingots dans un flacon de 2 L vide et compléter avec de l'eau froide pour obtenir un volume de 2 L d'eau de Javel prête à l'emploi.                                                                                                                                              |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• À utiliser de préférence dans les trois ans suivant les indications figurant sur le haut de la bouteille.</li> <li>• À conserver au frais et à l'abri de la lumière et du soleil.</li> <li>• Ne pas réutiliser le flacon vide, sauf pour diluer de l'eau de Javel en berlingot.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• À diluer dans les trois mois qui suivent la date de fabrication (dans les deux mois et demi en période chaude).</li> <li>• À conserver au frais et à l'abri de la lumière et du soleil.</li> <li>• Ne pas utiliser de flacons alimentaires.</li> </ul> |
| Contient : sodium hypochlorite, sodium hydroxyde.<br>                                                                                                         | Contient : sodium hypochlorite, sodium hydroxyde.<br>                                                                 |
| FLACON DE 2 L<br>CONCENTRATION : 9° chl                                                                                                                                                                                                                                                                                             | BERLINGOT DE 250 mL<br>CONCENTRATION : 36° chl                                                                                                                                                                                                                                                  |

## 1. Degré chlorométrique d'une eau de Javel

Industriellement, l'eau de Javel est obtenue par barbotage de dichlore gazeux  $\text{Cl}_2(\text{g})$  dans une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ( $\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq})$ ). La transformation chimique ayant lieu peut être considérée comme totale et elle est modélisée par la réaction d'équation :



En France, l'eau de Javel est souvent caractérisée par son degré chlorométrique (° chl) qui correspond au volume, exprimé en litres, de dichlore gazeux nécessaire pour préparer un litre de solution d'eau de Javel. Ce volume est mesuré dans des conditions de température et de pression telles que le volume molaire des gaz est  $V_m = 22,4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

|                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Modèle CCYC : ©DNE</b><br><b>Nom de famille (naissance) :</b><br><small>(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)</small> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Prénom(s) :</b>                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>N° candidat :</b>                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Né(e) le :</b>                                                                                                        | (Les numéros figurent sur la convocation.)<br><div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div style="font-size: 1.2em; margin: 0 5px;">/</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div style="font-size: 1.2em; margin: 0 5px;">/</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></div> </div> |
|                                                                                                                          | <b>N° d'inscription :</b> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></div> </div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

1.1

**1.1.** Montrer que la concentration en quantité de matière des ions hypochlorite  $\text{ClO}^-_{(\text{aq})}$  d'une eau de Javel de titre chlorométrique 9° chl est de  $0,4 \text{ mol.L}^{-1}$ .

**1.2.** Justifier le protocole de dilution indiqué sur l'étiquette d'un berlingot de « JAVEL CONCENTRÉE » pour obtenir une eau de Javel prête à l'emploi.

## 2. Limite de conservation des eaux de Javel

L'ion hypochlorite  $\text{ClO}^-_{(\text{aq})}$  en solution aqueuse est fortement oxydant et capable d'oxyder l'eau elle-même. On peut modéliser cette transformation à partir des deux couples oxydant - réducteur suivants :  $\text{ClO}^-_{(\text{aq})} / \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$  et  $\text{O}_2(\text{g}) / \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ . Cette transformation, plus ou moins lente en fonction de certains paramètres, impose une limite de durée d'utilisation aux eaux de Javel.

**2.1.** Établir l'équation de la réaction d'oxydo-réduction modélisant l'oxydation de l'eau par les ions hypochlorite. Justifier le rôle oxydant de l'ion hypochlorite.

**2.2.** Indiquer comment évolue le degré chlorométrique d'une eau de Javel dans le temps. Justifier la réponse.

**2.3.** D'après les indications fournies par le fabricant, identifier trois facteurs qui influent sur la dégradation de l'eau de Javel.

## 3. Titrage d'une eau de Javel prête à l'emploi

On se propose de contrôler expérimentalement la concentration en ions hypochlorite  $\text{ClO}^-_{(\text{aq})}$  présents dans une solution S d'eau de JAVEL achetée en flacon de 2 L. Pour cela, on procède au titrage de la solution S par une méthode indirecte dont les étapes sont décrites ci-après.

Étape 1 :

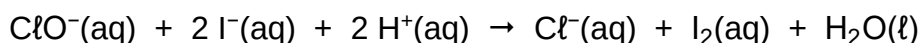
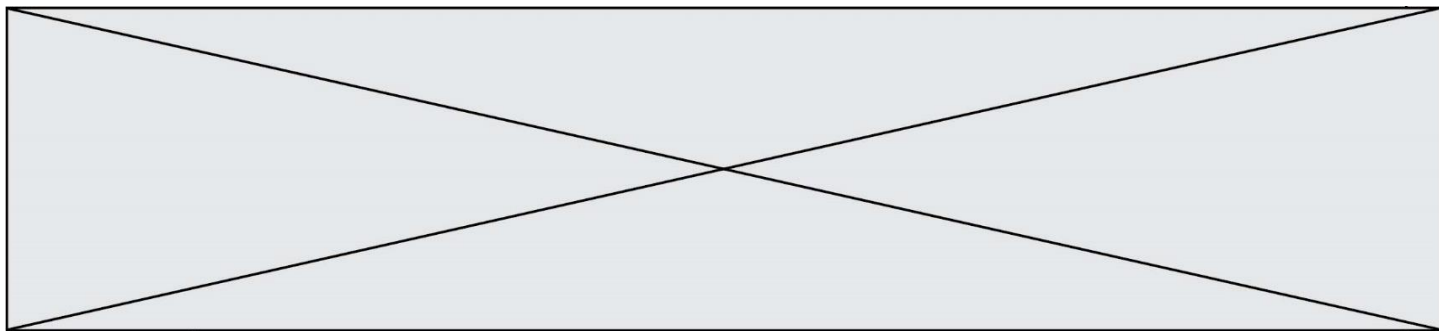
La solution S étant trop concentrée pour être dosée directement, on effectue une dilution au dixième afin d'obtenir un volume de 50,0 mL de solution diluée notée S'.

Étape 2 :

Dans un erlenmeyer de 150 mL, on introduit dans l'ordre :

- un volume  $V' = 10,0 \text{ mL}$  de solution S' ;
- 20 mL d'une solution aqueuse d'iodure de potassium ( $\text{K}^+_{(\text{aq})} + \text{I}^-_{(\text{aq})}$ ) de concentration effective en ions iodure  $[\text{I}^-_{(\text{aq})}] = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$  ;
- quelques gouttes d'acide sulfurique concentré.

La transformation chimique ayant lieu lors de cette étape peut être modélisée par la réaction d'équation :

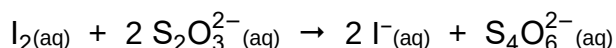


Les ions iodure  $\text{I}^-(\text{aq})$  étant apportés en excès dans le mélange, la totalité des ions hypochlorite  $\text{ClO}^-(\text{aq})$  initialement présents sont consommés.

Étape 3 :

On réalise le titrage du diiode  $\text{I}_2(\text{aq})$  formé à l'issue de l'étape 2 par une solution aqueuse de thiosulfate de sodium ( $2 \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$ ) de concentration effective en ions thiosulfate  $[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})] = 5,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .

La réaction support du titrage a pour équation :



À l'approche de l'équivalence, on ajoute quelques gouttes de thiodène dans le mélange réactionnel.

Lors de ce titrage, le volume de solution aqueuse de thiosulfate de sodium versé pour atteindre l'équivalence est  $V_E = 12,4 \text{ mL}$ .

En solution aqueuse, le diiode  $\text{I}_2(\text{aq})$  est de couleur brune à forte concentration et jaune très pâle à faible concentration.

Une solution aqueuse de diiode devient bleu foncé en présence de thiodène.

Parmi l'ensemble des espèces mentionnées dans cet exercice, seul le diiode est coloré en solution aqueuse.

**3.1.** Indiquer les précautions à prendre lors de la manipulation des solutions S et S'.

**3.2.** On donne le schéma du dispositif expérimental mis en œuvre lors de l'étape 3. Indiquer sans recopier le schéma sur la copie, les termes à mettre en (a), (b), (c), (d) et (e) pour compléter la légende de ce schéma.

Modèle CCYC : ©DNE

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

Prénom(s) :

N° candidat :

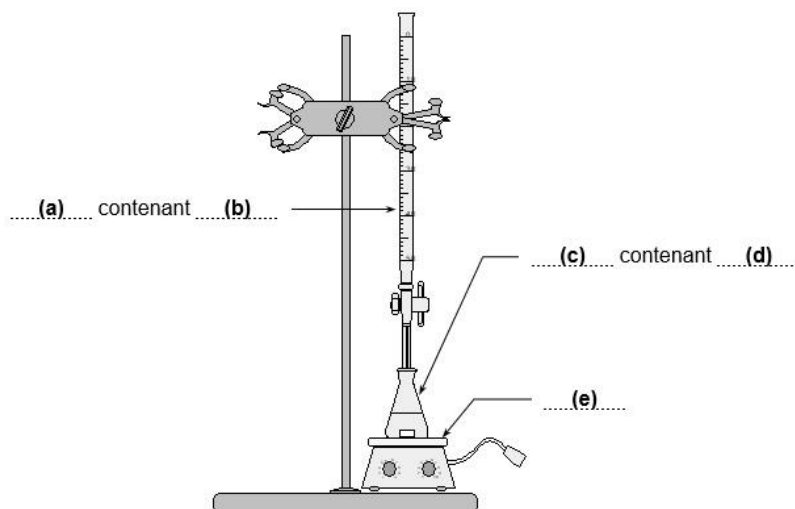
N° d'inscription :



Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1..1



**3.3.** Indiquer comment l'équivalence est repérée lors de ce titrage. Justifier la réponse.

**3.4.** Dédire du résultat de ce titrage la quantité de matière de diiode formé dans le mélange réactionnel à l'issue de l'étape 2 et titré par le thiosulfate.

**3.5.** Déterminer la concentration en quantité de matière des ions hypochlorite de la solution S et commenter le résultat.

*Pour cette dernière question, le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie même si elle n'a pas abouti.*

## PARTIE B

### Un drone pour ausculter la couverture végétale (10 points) – Sans calculatrice

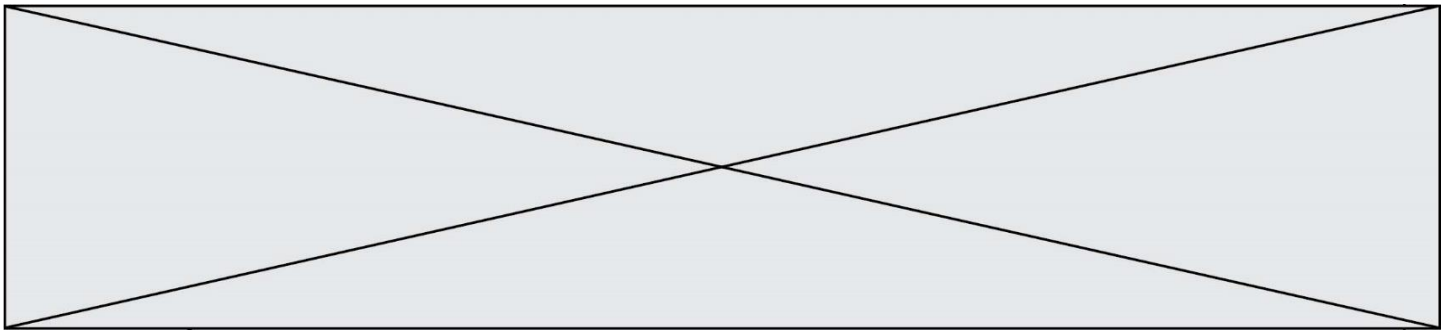
Les drones, d'une technologie simple et peu coûteuse, sont utilisés dans le domaine de la télédétection par les agriculteurs et l'ONF (Office National des Forêts) pour le suivi du couvert végétal. Le procédé consiste à analyser la lumière réfléchie par les végétaux en les survolant pour connaître, entre autres, leur état de santé. L'activité plus ou moins importante de la photosynthèse est un bon indicateur du cycle de vie du végétal. Le profil spectral obtenu permet également d'apporter des éléments d'analyse précieux et de dresser rapidement des cartographies de grandes étendues végétales.

#### Partie 1 : étude du vol du drone

Les courbes présentées en annexe **À RENDRE AVEC LA COPIE** montrent l'évolution des énergies cinétique  $E_c$  et mécanique  $E_m$  du drone lors d'un vol d'observation rectiligne. Localement, l'intensité de la pesanteur  $g$  a une valeur voisine de  $10 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

**1.1** Qualifier le mouvement du drone. Justifier la réponse.

**1.2** Montrer, sans calcul, que l'altitude de vol du drone  $h$  est constante.



Ces représentations graphiques ont été obtenues grâce au programme en langage Python présenté en annexe **À RENDRE AVEC LA COPIE** et à partir des relevés du temps de vol, de la vitesse d'évolution du drone et de son altitude lors du vol d'observation. Une partie du script est volontairement cachée et manquante.

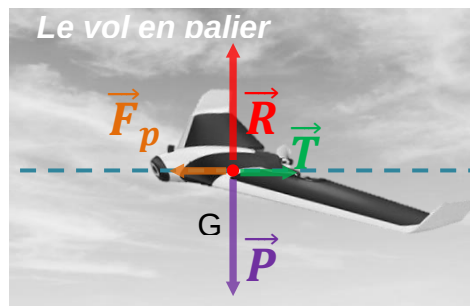
**1.3** Repérer le numéro de la ligne du programme où apparaît la masse  $m$  du drone puis noter la valeur de  $m$  avec son unité.

**1.4** En s'aidant des représentations graphiques, calculer l'altitude de vol du drone. L'énergie potentielle de pesanteur  $E_{pp}$  est considérée nulle au niveau du sol.

**1.5** Sur le programme fourni en annexe **À RENDRE AVEC LA COPIE**, écrire, à la bonne place, l'instruction permettant de calculer l'énergie potentielle de pesanteur puis celle permettant sa représentation graphique.

**1.6** Tracer la courbe représentant l'évolution de l'énergie potentielle de pesanteur du drone au cours du vol sur le graphique de l'annexe **À RENDRE AVEC LA COPIE**.

Lors d'un vol rectiligne en palier (altitude fixe) à vitesse constante, on considère qu'un drone à ailes est soumis à quatre actions mécaniques modélisées par les forces suivantes : le poids  $\vec{P}$  du drone, la force de propulsion  $\vec{F}_p$ , la traînée totale  $\vec{T}$  qui s'oppose au déplacement et la portance  $\vec{R}$  générées par la circulation de l'air autour de l'avion. On peut se référer au schéma ci-après.



**Représentation des forces s'exerçant sur le drone dans les conditions du vol étudié**

(d'après <https://www.drone-academy.fr/reglementation-drones-ailes-volantes/>)

**1.7** À partir de la première loi de Newton appliquée au drone durant le vol rectiligne en palier, montrer que l'intensité  $F_p$  de la force de propulsion est égale à l'intensité  $T$  de la traînée totale.

*Le candidat est invité à présenter son raisonnement de manière claire et ordonnée. Toute tentative de réponse, même incomplète, sera valorisée.*

## Partie 2 : analyse de la lumière réfléchie par la couverture végétale

La lumière incidente reçue par un végétal est partiellement absorbée, transmise et réfléchie. La part de lumière réfléchie est analysée par un spectrophotomètre qui permet d'obtenir le « profil spectral du végétal ». Les courbes du document ci-dessous représentent la proportion de lumière réfléchie par rapport à la lumière incidente (réflectance) en fonction de la longueur d'onde  $\lambda$ .

La signature spectrale des feuilles dans le visible (longueur d'onde comprise environ entre 400 nm et 800 nm) reflète l'activité chlorophyllienne. Dans la partie du proche infrarouge

Modèle CCYC : ©DNE

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

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :

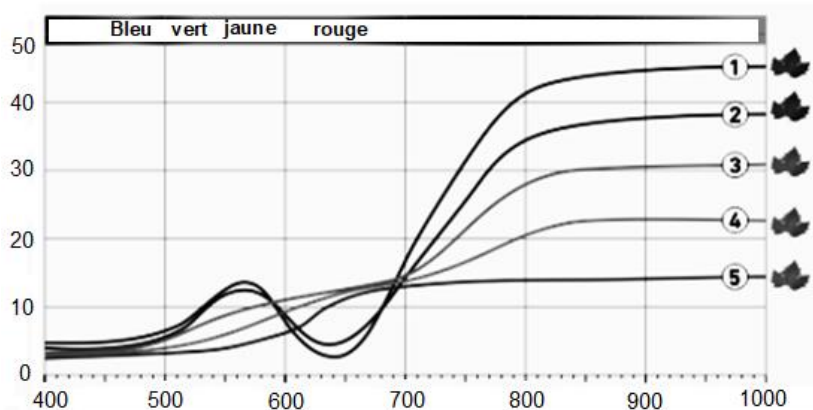


Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

(longueur d'onde comprise environ entre 800 et 3000 nm environ), la réflectance dépend de l'état de la structure interne des cellules de la feuille.



Réflectance (%) en fonction de la longueur d'onde  $\lambda$  (nm)

#### Légende

- ① Feuille saine et en pleine activité ;
- ② Stress du végétal ;
- ③ Stress important : la chlorophylle a subi une importante dégradation ;
- ④ Chlorophylle fortement dégradée : la récupération du végétal est impossible ;
- ⑤ La feuille du végétal est morte.

**2.1** Schématiser la feuille d'un végétal et légender avec les mots clés suivants : lumière réfléchi, lumière incidente et lumière transmise.

**2.2** Quelles longueurs d'onde situées dans le visible la feuille d'un végétal sain réfléchit-elle ? Quelle est la couleur associée ?

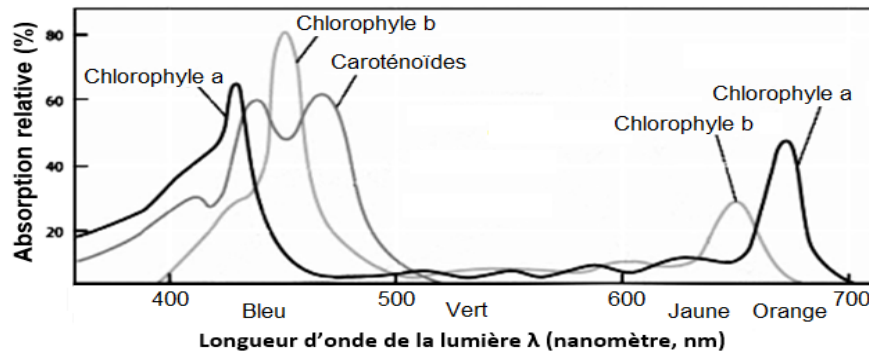
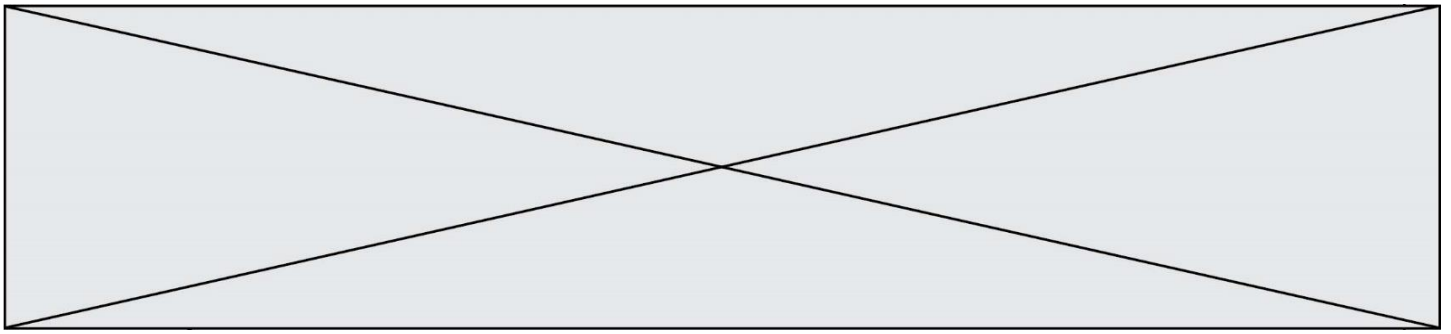
**2.3** Quel rayonnement n'appartenant pas au domaine du visible est également réfléchi ?

**2.4** Justifier l'installation sur le drone de capteurs sensibles aux longueurs d'onde 550 nm et 880 nm.

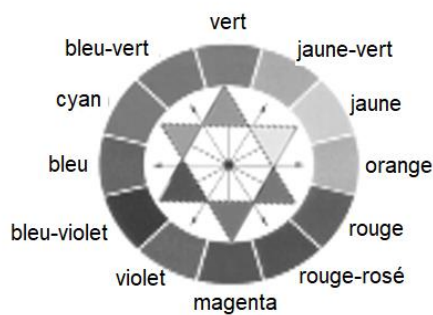
Les feuilles utilisent dans leur phase de croissance des pigments comme les chlorophylles a et b et les caroténoïdes. La couleur des pigments de la chlorophylle domine et masque la couleur de tout autre pigment.

**2.5** À l'aide des spectres d'absorption des chlorophylles a et b (document ci-dessous), montrer que la feuille saine absorbe en particulier des longueurs d'onde dans deux zones distinctes. Quelles sont les couleurs absorbées correspondantes ?





**Spectres d'absorption des chlorophylles a et b ainsi que des caroténoïdes**  
(d'après <http://www.cima.ualq.pt/l>)



### Cercle chromatique

**2.6** Montrer que les couleurs absorbées permettent d'expliquer la couleur verte diffusée par le végétal sain.



Modèle CCYC : ©DNE

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

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

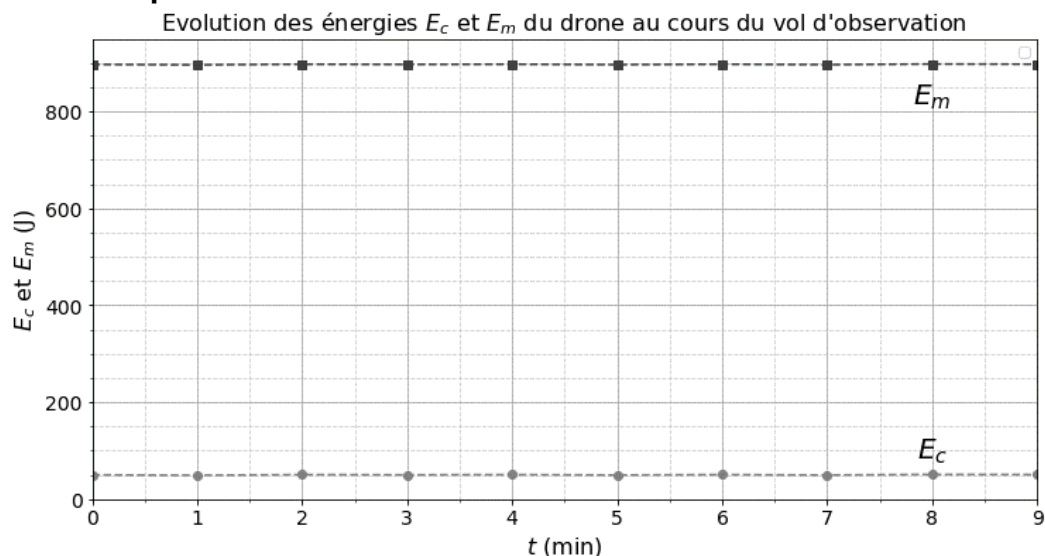
## ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

### Partie 1 : question 1.5

```

1 t = [0,1,2,3,4,5,6,7,8,9] # temps de vol en minutes
2
3 vitesse = [11.95,11.85,12.0,11.95,12.0,11.90,12.0,11.90,12.05,12.01] # vitesse de vol en m/s
4
5 altitude = [ ] # altitude de vol en m
6
7 Ec = [ ] # création des listes de valeurs Ec, Epp et Em
8 Epp = [ ]
9 Em = [ ]
10
11 for i in t: # boucle itérative pour calculer Ec(i), Epp(i) et Em(i). La fonction "Append" permet d'ajouter
12             # la valeur calculée à la fin de la liste de valeurs
13             # Eci: Ec à la position i de la liste t; Eppi: Epp à la position i de la liste t
14
15
16
17     Eci = (0.700*vitesse[i]**2)/2
18     Ec.append(Eci)
19
20
21
22     Emi = Eci + Eppi
23     Em.append(Emi)
24
25
26
27
28 plt.plot(t, Ec) # tracé des courbes Ec = f(t) et Em = f(t) puis affichage
29
30
31
32 plt.plot(t, Em)
33
34
35
36 plt.legend()
37
38
39
40 plt.show()
```

### Partie 1 : question 1.6



Courbes montrant l'évolution des énergies cinétiques et mécaniques du drone lors du vol d'observation.