



L'objectif de cet exercice est de s'intéresser aux espèces chimiques et solutions mises en jeu dans le protocole expérimental de synthèse d'hydrogels Haraguchi rédigé ci-après :

- dans un ballon de 50 mL, introduire un volume de 5 mL d'eau distillée ;
- introduire un volume de 1,0 mL d'une solution aqueuse de persulfate de potassium de concentration molaire apportée en persulfate de potassium $C = 1,85 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$;
- introduire 24 μL de TEMED (N,N,N',N'- tétraméthyléthylènediamine), et 3,0 mL d'une solution aqueuse de DMAA (N,N - diméthylacrylamide) ;
- agiter la solution pendant une durée de 15 minutes sous atmosphère de diazote ;
- ajouter une solution de laponite (petites billes d'argile) et garder 2 minutes sous agitation ;
- verser le mélange dans un moule et laisser sécher au moins douze heures.

D'après ESPCI : <https://blog.espci.fr/pse1/files/2018/06/materiel-et-methodes-Haraguchi.pdf>

Données

- Extrait des trois premières lignes du tableau périodique :

1 1,0 H Hydrogène									2 4,0 He Hélium
3 6,9 Li Lithium	4 9,0 Be Bérylium		5 10,8 B Bore	6 12,0 C Carbone	7 14,0 N Azote	8 16,0 O Oxygène	9 19,0 F Fluor	10 20,2 Ne Néon	
11 23,0 Na Sodium	12 24,3 Mg Magnésium		13 27,0 Al Aluminium	14 28,1 Si Silicium	15 31,0 P Phosphore	16 32,1 S Soufre	17 35,5 Cl Chlore	18 40,0 Ar Argon	

Z	M
X	

Z : numéro atomique
M : masse molaire
atomique en g.mol^{-1}

- Les atomes d'oxygène O et d'azote N sont bien plus électronégatifs que les atomes de carbone C et d'hydrogène H.
- On considère, pour simplifier, que les électronégativités du carbone et de l'hydrogène sont semblables.
- Caractéristiques des réactifs utilisés dans la synthèse

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

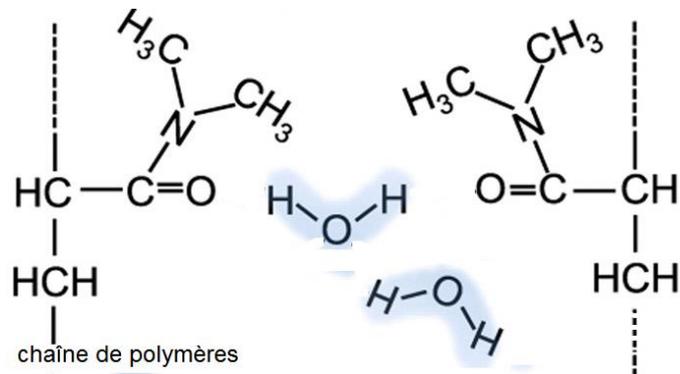
Nom	Formule	Masse molaire	Pictogrammes
Persulfate de potassium	$K_2S_2O_8 (s)$	270 g.mol^{-1}	
DMAA		$99,1 \text{ g.mol}^{-1}$	
TEMED		116 g.mol^{-1}	

- Donner les précautions à prendre pour réaliser la synthèse d'hydrogels Haraguchi au laboratoire.
- La configuration électronique du potassium K est $1s^22s^22p^63s^23p^64s^1$. Écrire la formule de l'ion potassium. Justifier. En déduire la charge de l'ion persulfate associé à l'ion potassium dans persulfate de potassium $K_2S_2O_8$.
- Citer l'interaction à l'origine de la cohésion du persulfate de potassium solide.
- Écrire l'équation de la réaction de dissolution du persulfate de potassium solide dans l'eau.

À partir de persulfate de potassium solide, on souhaite préparer un volume $V = 100 \text{ mL}$ de solution aqueuse de persulfate de potassium de concentration molaire apportée en persulfate de potassium $C = 1,85 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$.

- Rédiger le protocole expérimental permettant de réaliser cette solution en précisant la verrerie, les volumes et masses prélevés.
- Établir la représentation de Lewis de la molécule de DMAA et préciser la géométrie de cette molécule autour de l'atome d'azote. Justifier.
- La molécule de DMAA est une molécule polaire. Parmi les liaisons chimiques de cette molécule de DMAA, préciser celles qui sont polarisées.
- En détaillant le raisonnement, expliquer pourquoi la molécule d'eau est polaire. Un schéma est attendu. Justifier alors l'emploi de l'eau comme solvant dans cette synthèse.

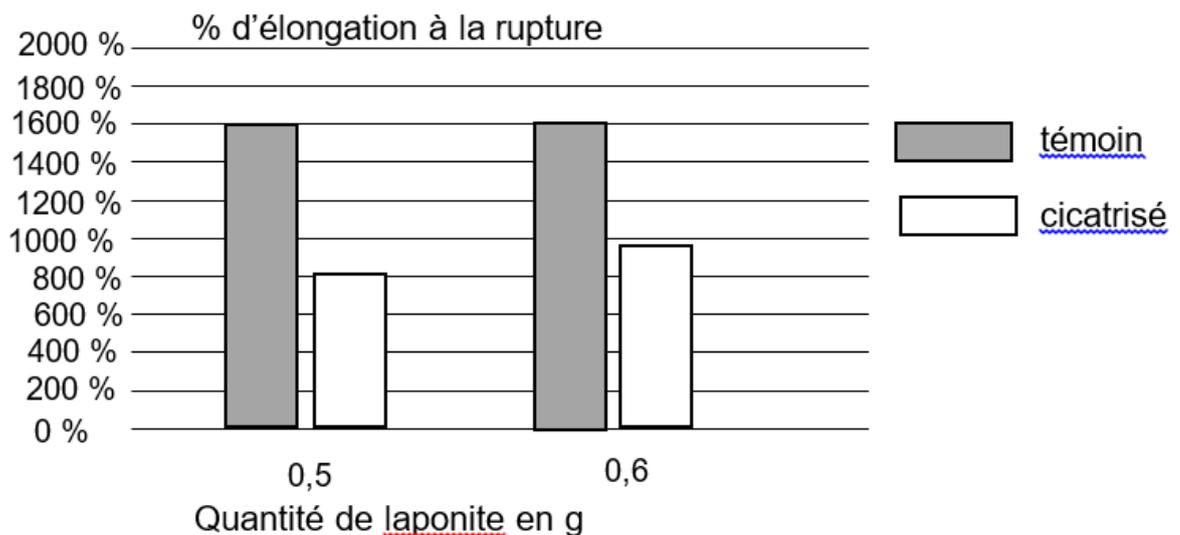
Ci-dessous sont représentées de manière simplifiée des macromolécules d'hydrogels synthétisées avec notamment les substituants aux chaînes de polymères provenant du DMAA :



9. Nommer la (les) interaction(s) qui existe(nt) entre l'hydrogel et l'eau et expliquer succinctement pourquoi l'on parle d'hydrogels « superabsorbants ».

Des histogrammes représentant le pourcentage d'élongation à la rupture* en fonction de la quantité de matière de laponite sont représentés ci-dessous pour des échantillons témoins (échantillons neufs) et des échantillons cicatrisés, c'est-à-dire coupés en deux puis apposés côte à côte pour permettre l'autocicatrisation du gel.

* L'élongation à la rupture est l'élongation maximale supportée par l'échantillon d'hydrogels Haraguchi avant qu'il ne se fracture.



D'après <https://blog.espci.fr/pse1/les-hydrogels-haraguchi-les-secrets-de-lauto-cicatrisation/>

10. Commenter ces histogrammes.

Modèle CCYC : ©DNE																				
Nom de famille (naissance) : <small>(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)</small>																				
Prénom(s) :																				
N° candidat :											N° d'inscription :									
 Liberté • Égalité • Fraternité RÉPUBLIQUE FRANÇAISE	(Les numéros figurent sur la convocation.)																			
Né(e) le :			/			/														

1.1

PARTIE B

Performances d'un cycliste (10 points)

Les performances des champions du cyclisme sur route, mises en avant tous les ans à l'occasion du Tour de France par exemple, ont de quoi impressionner. Leurs performances permettent de parcourir des centaines de kilomètres à vélo en atteignant des vitesses moyennes de l'ordre de 40 km/h.

Les performances d'un cycliste professionnel

[...] La vitesse moyenne du dernier vainqueur, Christopher Froome, sur la longueur des 21 étapes du Tour de France 2016, s'élève à 39,571 km/h. C'est beaucoup moins que Lance Armstrong (41,654 km/h) en 2005, mais à peine moins que Marco Pantani (39,983 km/h) en 1998. [...] Dans cet ordre d'idée, le même Froome, en 2015, a grimpé la longue (20 km) et difficile (4,3°) d'inclinaison moyenne par rapport à l'horizontale) montée du Mont Ventoux en un temps exceptionnel de 57 minutes et 30 secondes, pour une vitesse moyenne de 20,869 km/h.

D'après www.lci.fr/cyclisme/video-tour-de-france-2017

france-2017

Puissance de pédalage d'un cycliste

Un moyen de comparer les coureurs est le rapport puissance/masse. [...]. Lorsqu'on cherche à progresser, on optimise le rapport puissance/masse. Voici quelques exemples de ce rapport puissance/masse (en W/kg) en fonction du niveau : sur une heure :

- environ 5,7 W/kg : professionnel de très haut niveau ;
- environ 4,7 W/kg : amateur de très bon niveau ;
- environ 3,5 W/kg : amateur moyen ;
- environ 2,5 W/kg : cycliste occasionnel.

D'après www.velochannel.com/cest-quoi-la-puissance-en-cyclisme-32808

Données :

- intensité de la pesanteur $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$;
- masse de Christopher Froome : $m_1 = 68 \text{ kg}$ (d'après Wikipédia) ;
- masse de son vélo : $m_2 = 7,0 \text{ kg}$;
- dénivelé vertical parcouru lors de la montée du Mont Ventoux : $H = 1,5 \text{ km}$.

1. Étude mécanique du système S : {Vélo + cycliste}

On commence par s'intéresser à une portion de route rectiligne d'inclinaison constante : dans la réalité, on peut estimer que la route est une succession de portions de route de ce type.



De plus, pour passer de la réalité de la course à un modèle physique simple, on choisit les hypothèses simplificatrices suivantes :

- on néglige les frottements avec l'air et le contact sol-roue avant ;
- on considère que la valeur de la vitesse de Froome reste constante sur cette portion rectiligne d'inclinaison constante ;
- on néglige la contribution de la rotation des roues à l'énergie cinétique totale.

1.1. Définir le référentiel adapté à l'étude du mouvement du système S.

1.2. Représenter les forces extérieures agissant sur ce système.

1.3. Compte tenu de la nature du mouvement de l'ensemble {Vélo + cycliste}, que peut-on en déduire sur la résultante des forces ? Écrire la relation correspondante entre vecteurs.

1.4. En projetant sur un axe défini par la piste, en déduire que c'est la réaction tangentielle du sol sur la roue arrière qui « empêche le système de ralentir ».



2. Étude énergétique du système {Vélo + cycliste} et simulation numérique

L'objectif est d'estimer avec nos hypothèses simplificatrices la valeur de la vitesse du cycliste.

Une simulation écrite en langage Python pour analyser l'évolution des énergies est présentée dans **l'annexe à rendre avec la copie**.

Voici les résultats obtenus :

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat :

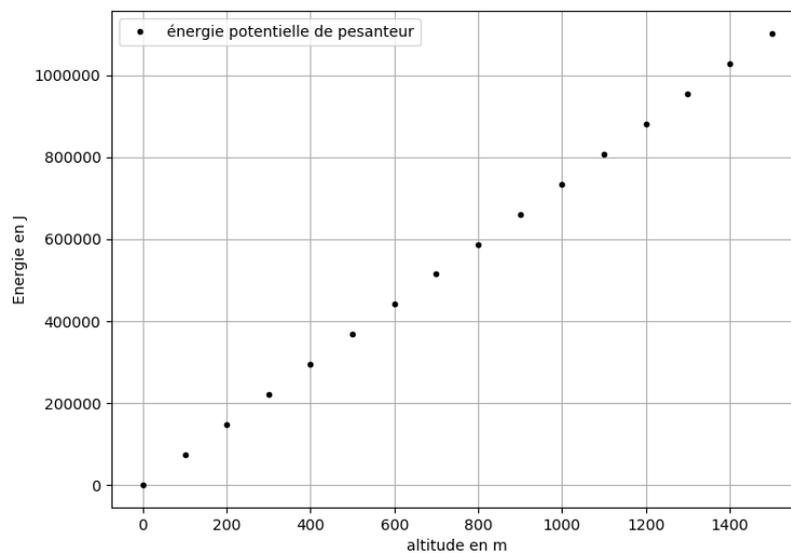
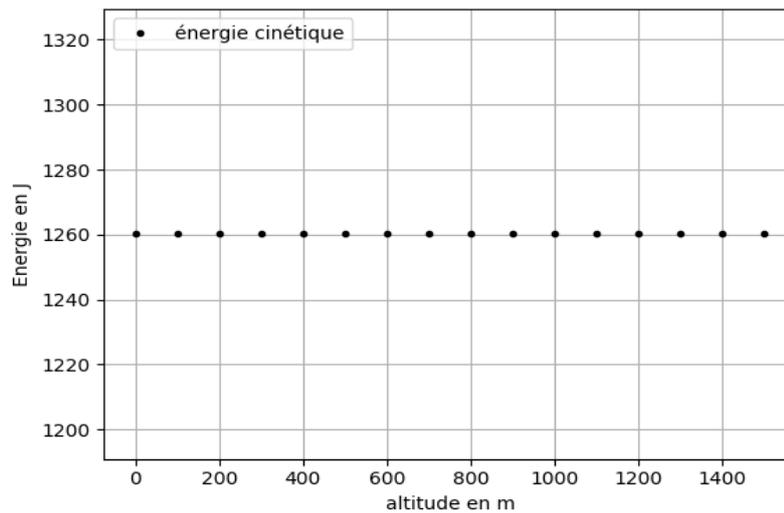
N° d'inscription :



Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1



Le code du programme est incomplet.

2.1. Répondre aux questions écrites sur l'annexe à rendre avec la copie en respectant les contraintes suivantes :

- l'origine des altitudes correspond au point A : point de départ de la course ;
- la piste est rectiligne et d'inclinaison constante jusqu'au point d'arrivée B de la course ;
- l'origine de l'énergie potentielle de pesanteur est aussi le point A ;
- on veut construire un graphique composé d'un point tous les 100 mètres.

Rappel : +, -, *, /, ** désignent respectivement l'addition, la soustraction, la multiplication, la division et l'exponentiation des nombres (flottants ici).



- 2.2.** Le programme en Python permet d'obtenir les deux graphiques ci-dessus.
Justifier l'évolution observée de l'énergie cinétique.
- 2.3.** Donner l'expression de la variation d'énergie potentielle de pesanteur sur cette portion de piste en fonction notamment de la longueur AB de la piste et de son inclinaison caractérisée par l'angle α que la piste fait avec la ligne horizontale.

On admet qu'en l'absence de glissement des roues du vélo sur la route, la réaction \vec{R} du sol sur les roues ne travaille pas : $W_{AB}(\vec{R}) = 0$. On prend en compte la puissance musculaire fournie au système par Christopher Froome par l'intermédiaire du pédalage : $P_{\text{musculaire}}$.

- 2.4.** Faire un bilan d'énergie mécanique pour le système et en déduire la relation suivante :

$$P_{\text{musculaire}} \cdot \Delta t = (m_1 + m_2) \cdot g \cdot AB \cdot \sin(\alpha).$$

- 2.5.** Estimer la vitesse moyenne de Christopher Froome dans le cadre de ce modèle, en utilisant la relation établie à la question **2.4.** et en utilisant les documents fournis en introduction.
- 2.6.** Comparer à la valeur de la vitesse moyenne de Froome donnée par l'énoncé en proposant une critique du modèle adopté.

