

Modèle CCYC : ©DNE	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																
Nom de famille (naissance) : <i>(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)</i>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																
Prénom(s) :	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																
N° candidat :	<input type="text"/>	N° d'inscription :	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																	
(Les numéros figurent sur la convocation.)																						
Né(e) le :	<input type="text"/>	<input type="text"/>	/	<input type="text"/>	<input type="text"/>	/	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>												

ÉVALUATION

CLASSE : Première

voie : Générale Technologique Toutes voies (LV)

ENSEIGNEMENT : physique-chimie

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 2 h

CALCULATRICE AUTORISÉE : Oui Non

Ce sujet contient des parties à rendre par le candidat avec sa copie. De ce fait, il ne peut être dupliqué et doit être imprimé pour chaque candidat afin d'assurer ensuite sa bonne numérisation.

Nombre total de pages : 7

PARTIE A

Le jet d'eau de Genève, en Suisse, est l'emblème de la ville. Il permettait à l'origine de contrôler la pression d'une usine hydraulique en laissant s'échapper vers le ciel l'eau en surpression.

Le but de cet exercice est de discuter de deux différentes modélisations permettant d'étudier le mouvement du jet d'eau.

Données techniques :

- hauteur moyenne du jet : 140 m ;
 - vitesse de sortie de l'eau : 200 km.h⁻¹ ;
 - débit : 500 L.s⁻¹ ;
 - puissance des pompes : 1000 kW ;
 - intensité du champ de pesanteur terrestre : $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$.



Figure 1. Jet d'eau de Genève
(d'après
[wikipedia.org/Jet_d'eau.jpg](https://en.wikipedia.org/Jet_d'eau.jpg))

1. Estimation de la hauteur du jet

On souhaite estimer la hauteur du jet à l'aide d'un modèle très simple. On s'intéresse à une goutte d'eau de masse m initialement au niveau du sol, à qui on communique une vitesse $v_0 = 56 \text{ m.s}^{-1}$, soit 200 km.h^{-1} , dirigée verticalement vers le haut.

Dans cette partie, on néglige les frottements de l'air sur la goutte. La hauteur du jet est notée h_1 . L'origine des altitudes pour le calcul de l'énergie potentielle de pesanteur est choisie à la surface du lac, où est située la sortie des pompes et l'axe Oz est orienté vers le haut.

- 1.1. Donner l'expression de l'énergie mécanique de la goutte en fonction de sa masse m , de sa vitesse v , de son altitude z et du champ de pesanteur terrestre g .
- 1.2. En déduire l'expression de l'énergie mécanique en sortie des pompes en fonction de v_0 et m .
- 1.3. Indiquer en justifiant la valeur de l'énergie cinétique de la goutte en haut du jet. En déduire l'expression de l'énergie mécanique en haut du jet en fonction de la hauteur h_1 du jet, de g et de m .
- 1.4. Dans cette partie, on considère que l'énergie mécanique de la goutte se conserve. Estimer la hauteur h_1 du jet. Commenter votre résultat.

2. Un modèle plus complexe

Une modélisation plus complexe permet d'obtenir les expressions de l'altitude z et de la vitesse v de la goutte en fonction du temps. On utilise le langage python afin d'obtenir le graphique des différentes énergies en fonction du temps.

Dans cette partie, la hauteur du jet est notée h_2 .

Extrait du programme réalisé en python :

```
10 from pylab import *
11
12 #Echelle de l'axe des abscisses
13 t = linspace(0, 4.88, 100)
14
15 #Definition des constantes
16 m = 34*10**-6    #masse d'une goutte d'eau
17 g = 9.81          #champ de pesanteur
18 v0 = 55.6         #vitesse initiale
19 f = 1.24*m
20
21 #Expressions de la vitesse et de l'altitude
22 v = -(g+f/m)*t + v0
23 z = -0.5*(g+f/m)*t**2 + v0*t
24
25 #Expressions des energies
26
27
28 Em = Ec + Ep
29
30 #Courbes des energies
31 plot(t, Ec,"b-", linewidth=1, label="Ec")
32 plot(t, Ep,"b--", linewidth=1, label="Ep")
33 plot(t, Em,"b-", linewidth=1, label="Em")
34
35 xlabel("Temps (en s)")
36 ylabel("Energies (en J)")
37 legend()
38 show()
```

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

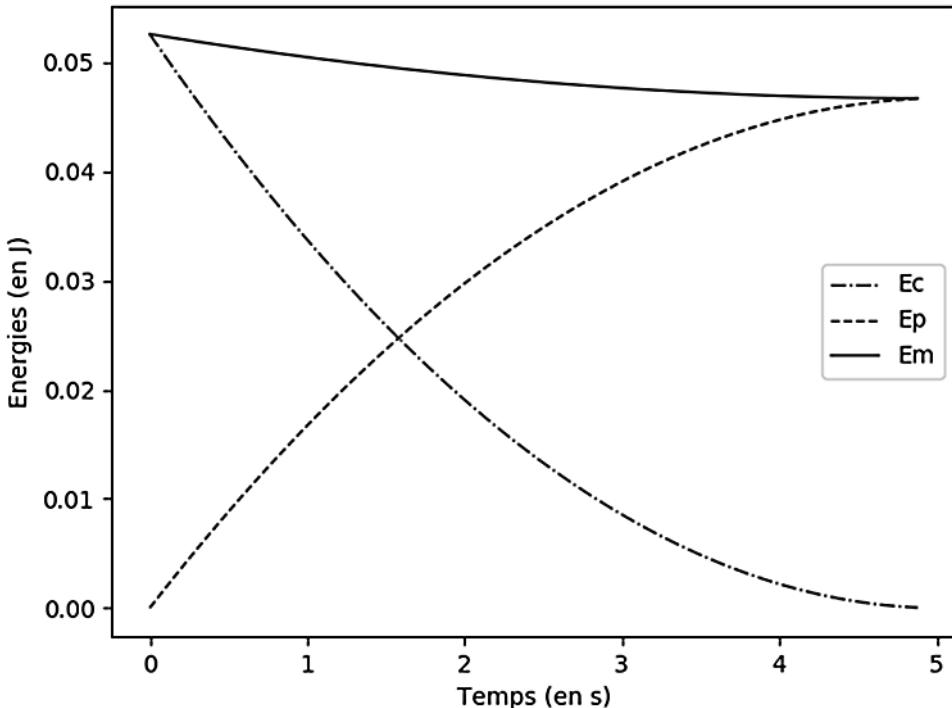


Figure 2. Représentation graphique des énergies obtenue à partir du programme python

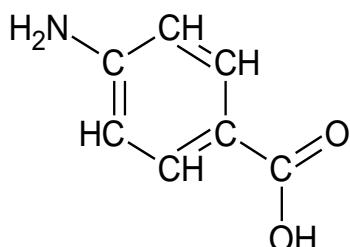
- 2.1. Compléter les lignes 26 et 27 du programme en python afin qu'il permette d'obtenir la représentation graphique de la figure 2.
- 2.2. Commenter l'évolution de l'énergie mécanique de la goutte obtenue sur le graphique (figure 2). Indiquer en quoi la modélisation choisie ici permet d'obtenir des résultats plus en accord avec la réalité que le modèle proposé dans la partie 1.
- 2.3. La norme de la force de frottement, supposée constante, qui s'applique sur la goutte est notée f .
 - 2.3.1. Relier la variation d'énergie mécanique de la goutte entre sa position haute et sa position basse ΔE_m à la hauteur du jet h_2 et à la norme force de frottement f . En déduire l'expression de f .
 - 2.3.2. La valeur choisie dans le programme pour f permet d'obtenir une valeur de 140 m pour la hauteur h_2 du jet. À l'aide du graphique figure 2, évaluer ΔE_m . En déduire la valeur choisie pour la norme de la force de frottement.
 - 2.3.3. Les équations de la mécanique des fluides permettent d'établir que la force de frottement est proportionnelle au carré de la vitesse de la goutte. Indiquer une éventuelle amélioration à apporter à la modélisation utilisée dans la partie 2. Expliquer votre choix.

PARTIE B

Protection solaire (10 points)

Le rayonnement solaire est indispensable à la synthèse de la vitamine D, essentielle pour la croissance, et il a des effets antidépressifs, mais son caractère nocif en cas d'exposition prolongée est aussi reconnu. La *photoprotection* désigne tous les moyens de protection contre les effets néfastes du rayonnement solaire.

L'acide para-aminobenzoïque ou acide 4-aminobenzoïque, représenté ci-contre, a des propriétés de photoprotecteur. Il est nommé PABA (pour « para-aminobenzoic acid »).



Formule semi-développée du PABA

Le rayonnement solaire qui atteint la Terre est composé de rayonnements infrarouges, de lumière visible et de rayonnements ultraviolets potentiellement nocifs, comme l'indique le tableau ci-après. Les crèmes de protection solaire qui contiennent des substances actives appelées filtres organiques agissent par absorption d'une partie des rayonnements ultraviolets. Le PABA est le plus ancien filtre organique. Utilisé dès le début des années 70 dans les crèmes solaires, il est résistant à l'eau et la transpiration. Cependant, en raison de son instabilité au soleil et de son potentiel allergisant, il a été peu à peu abandonné.

- Classification des rayonnements ultraviolets (ou UV) :

UV	UVC	UVB	UVA
Filtrés par la couche d'ozone	totalement	partiellement	non
Gamme de longueur d'onde λ (nm)	< 280	280 - 315	315 - 400
Danger		Coups de soleil Facteur principal de cancers de la peau	Vue (cataracte) Vieillissement de la peau Rôle dans l'apparition de cancers de la peau

D'après fiches pratiques du DGCCRF et cosmeticobs.com

Dans cet exercice seront étudiés le rôle de PABA comme photoprotecteur et comme réactif pour produire une autre substance active utile pour soulager des « coups de soleil ».

Données :

- Masse molaire moléculaire : $M_{(\text{PABA})} = 137 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ $M(\text{éthanol}) = 46 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$;
 $M(\text{benzocaïne}) = 165 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$;
- Masse volumique : $\rho(\text{éthanol}) = 0,79 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$

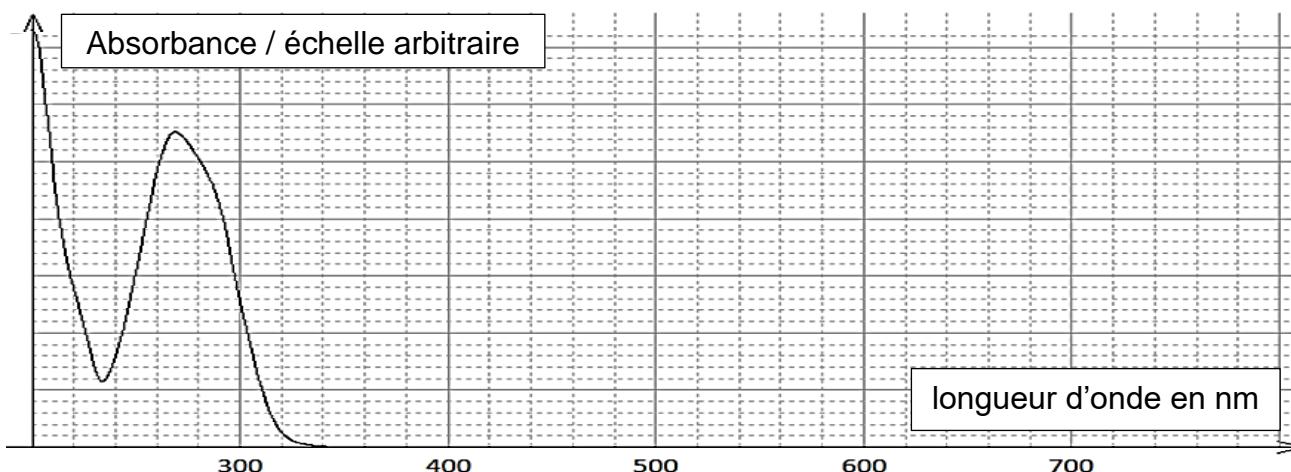
Modèle CCYC : ©DNE	Nom de famille (naissance) : <i>(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)</i>														
Prénom(s) :															
N° candidat :								N° d'inscription :							
(Les numéros figurent sur la convocation.)															
Né(e) le :			/				/								

1. Protéger sa peau

L'acide para-aminobenzoïque est préconisé dans la prévention et le traitement de certaines maladies de la peau dues au soleil ; il est alors utilisé par voie interne, sous forme de comprimés à avaler, avant une exposition solaire, mais peut aussi être utilisé par voie externe dans une crème, pendant l'exposition.



On donne ci-dessous l'allure du spectre UV-visible du PABA en solution dans l'éthanol



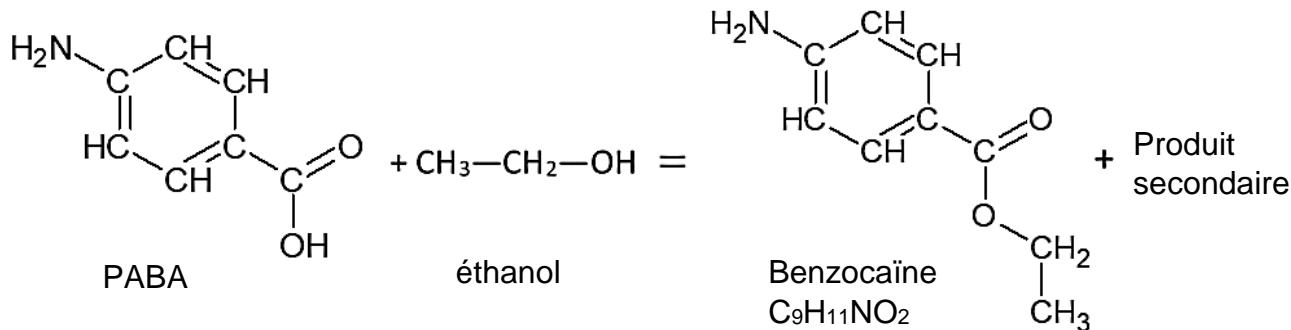
D'après J. Soc. Cosmet. Chem., 1987

- 1.1. Estimer la quantité de matière de PABA contenue dans un comprimé enrobé comportant 1000 mg de substance active.
 - 1.2. Indiquer si une solution de PABA dans l'éthanol est colorée. Justifier.
 - 1.3. Justifier que le PABA est un filtre organique solaire.

2. Soulager sa peau

Le « coup de soleil » est une brûlure, généralement du premier degré, causée par une exposition prolongée au rayonnement solaire de la peau non protégée ; il peut être très douloureux. La benzocaïne est un anesthésique local pouvant être utilisé dans les médicaments soulageant les brûlures mineures.

Sa synthèse au laboratoire peut s'effectuer à partir du PABA et elle est modélisée par la réaction d'équation suivante :



Le protocole expérimental mis en œuvre est le suivant.

Dans un ballon de 100 mL introduire une masse $m_{\text{PABA}} = 1,50 \text{ g}$ (10,9 mmol) de PABA et un volume $V = 20 \text{ mL}$ d'éthanol pur. Agiter jusqu'à dissolution du solide et ajouter, avec précaution, environ 2 mL d'acide sulfurique concentré. Adapter au ballon un réfrigérant à eau et porter le mélange au reflux pendant une heure. À la fin du chauffage, laisser revenir le mélange réactionnel à température ambiante [...]

D'après Bac2006, Bac2015 et Iftlm.fr

2.1. Réaction modélisant la synthèse de la benzocaïne

2.1.1. Justifier le nom éthanol associé au deuxième réactif.

2.1.2. Ecrire l'équation de la synthèse de la benzocaïne en utilisant les formules brutes et en déduire quel est le produit secondaire accompagnant sa formation.

2.1.3. Reproduire et compléter le tableau d'avancement suivant puis montrer que PABA est le réactif limitant.

Équation de réaction		+ = C ₉ H ₁₁ NO ₂ +			
	Avancement (en mol)	Quantités de matière (en mol)			
État initial	0	1,09×10 ⁻²			0
État intermédiaire	x				

2.1.4. Déterminer la composition finale du système dans l'hypothèse d'une transformation totale.

2.2. Protocole et résultats

2.2.1. Schématiser et légander le schéma expérimental du montage à reflux de la photo ci-contre.

<http://www.ostralo.net/materieldelabo/pages/reflux.htm>

À la fin des étapes de transformation et isolement, un solide blanc qualifié de « produit brut » est obtenu. Ce solide est ensuite purifié par recristallisation, et la poudre cristallisée blanche obtenue est séchée et pesée. On obtient une masse de produit sec purifié de 0,81 g. Une chromatographie sur couche mince est effectuée et le chromatogramme obtenu après révélation est reproduit ci-après.



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

Prénom(s) :

N° candidat :

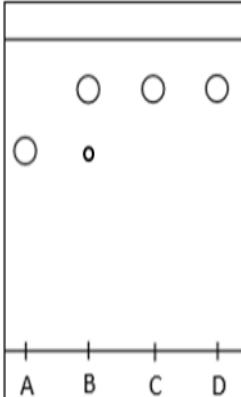
N° d'inscription :



Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1



Dépôt	Composé
A	PABA commercial
B	Produit brut
C	Produit recristallisé
D	Benzocaïne commerciale

Mise en œuvre de la CCM :
Les échantillons à étudier sont d'abord dissous dans l'éthanol. Ils sont déposés sur la ligne de dépôt de la plaque recouverte de gel de silice. La plaque est placée dans une cuve de chromatographie contenant l'éluant éthanoate d'éthyle. La plaque est séchée puis révélée sous UV.

D'après Bac2006, Bac2015 et Iftlm.fr

2.2.2. Justifier que la recristallisation a été efficace.

2.2.3. Déterminer la valeur du rendement de la synthèse. Commenter et proposer plusieurs hypothèses pouvant expliquer cette valeur.