

# BACCALAURÉAT GÉNÉRAL BLANC

---

## PHYSIQUE-CHIMIE

Epreuve de spécialité

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 3 h 30

---

**L'usage d'une calculatrice EST autorisé**

**Exercice 1: BOISSONS SUCRÉS (7 POINTS)**

**Exercice 2: UN JEU D'ADRESSE (8 POINTS)**

**Exercice 3: LES BIENFAITS DU MAGNÉSIUM (5 POINTS)**

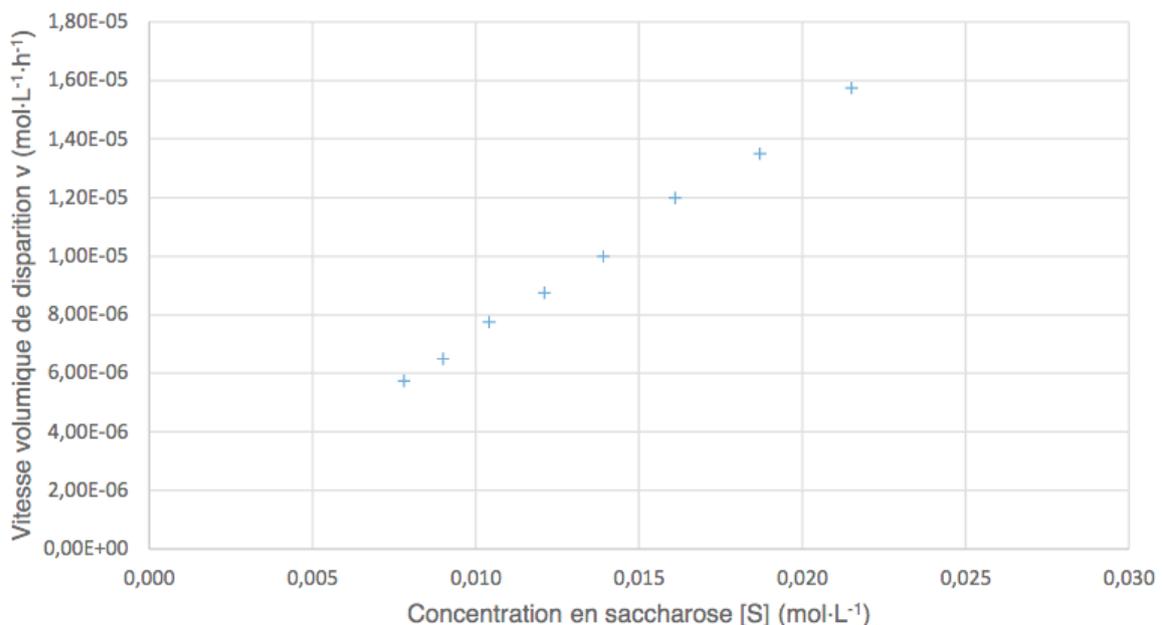


1. Proposer une justification de l'utilisation d'une solution de pH inférieur à 7 pour réaliser cette expérience.
2. Rappeler la définition du temps de demi réaction noté  $t_{1/2}$ .
3. Expliquer pourquoi les mesures effectuées ne permettent pas de déterminer le pourcentage de saccharose restant dans la boisson lorsque la DDM est atteinte.

On émet l'hypothèse que l'évolution de la concentration en saccharose suit une loi de vitesse d'ordre 1 et on souhaite vérifier cette hypothèse.

4. Définir la vitesse volumique  $v$  de disparition du saccharose.
5. Expliquer comment obtenir une estimation de la valeur de la vitesse volumique de disparition du saccharose à un instant  $t$  donné à partir des mesures réalisées.  
L'explication peut être illustrée par la réalisation de cette estimation pour une date au choix du candidat.
6. Dans le cas d'une loi de vitesse d'ordre 1, rappeler la relation existant entre la vitesse volumique de disparition  $v$  du saccharose, la concentration en saccharose  $[S]$  et une constante notée  $k$ .

Sur le graphique de la **figure 2**, l'évolution de la vitesse volumique  $v$  de disparition du saccharose est représentée en fonction de la concentration en saccharose  $[S]$ .



**figure 2** : évolution de la vitesse  $v$  de disparition du saccharose en fonction de la concentration  $[S]$  en saccharose

7. Discuter de l'accord des mesures avec une loi de vitesse d'ordre 1.
8. Montrer que la constante  $k$  a une valeur de l'ordre de  $7,3 \cdot 10^{-4} \text{ h}^{-1}$ .

## EXERCICE 2: UN JEU D'ADRESSE (8 POINTS)

Le Cornhole, contraction des mots anglais « corn » et « hole » voulant dire « maïs » et « trou », est un jeu de plein air pratiqué entre autres aux États-Unis et au Canada.

Les règles de ce jeu sont assez simples. Chaque joueur est muni de quatre petits sacs contenant du maïs qu'il doit lancer en direction d'une planche inclinée par rapport à l'horizontale munie d'un trou circulaire et située environ à 8 mètres du joueur. À chaque fois qu'un sac retombe sur la planche, le joueur marque un point ; si le sac passe par le trou circulaire, le joueur marque trois points. Le premier joueur qui marque 21 points gagne la partie.



On étudie dans cet exercice les aspects énergétiques du lancer du sac puis le mouvement du centre de masse du sac dans le référentiel terrestre supposé galiléen.

**Données :**

- intensité de la pesanteur terrestre :  $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$  ;
- masse du sac :  $m = 440 \text{ g}$ .

Un joueur se place à une distance  $d$  de la planche afin de réaliser un lancer de son sac de maïs. La situation est représentée sur la **figure 1** ci-dessous. Afin de simplifier l'étude, la planche est considérée quasi horizontale. Dans le repère d'espace  $(Ox, Oz)$  muni des vecteurs unitaires  $i$  et  $k$ , le sac de maïs est lancé, depuis une hauteur initiale  $H$ , avec une vitesse initiale dont le vecteur est incliné d'un angle  $\alpha$  par rapport à l'horizontale. On s'intéresse au mouvement du centre de masse  $G$  du sac. L'axe  $(Oz)$  du repère d'espace est vertical.

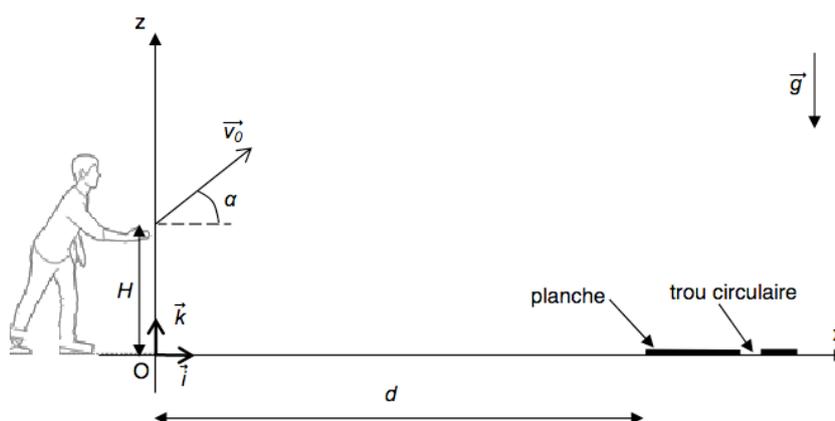


Figure 1. Schéma représentant la situation du lancer du sac

## ETUDE ENERGETIQUE

Le mouvement complet du sac est filmé puis étudié à l'aide d'un logiciel de pointage. Les données de la partie ascendante du mouvement sont traitées à l'aide d'un programme écrit en langage python (extrait en **figure 2**) qui permet de représenter l'évolution au cours du temps des énergies cinétique ( $E_c$ ), potentielle de pesanteur ( $E_{pp}$ ) et mécanique ( $E_m$ ) du sac (**figure 3**)

```
1 #importation des bibliothèques utilisées
2 import numpy as np
3 import matplotlib.pyplot as plt
4
5 # valeurs experimentales
6 z=np.array([0.869,0.996,1.17,1.3,1.41,1.51,1.6,1.67,1.75,1.82,1.86,1.92,1.94,1.94,1.97,1.96,1.96])
7 t=np.array([0,0.033,0.067,0.1,0.133,0.167,0.2,0.233,0.267,0.3,0.333,0.367,0.4,0.433,0.467,0.5,0.533])
8 vx=np.array([7.61,7.66,7.712,7.517,7.595,7.578,7.334,7.39,7.329,7.184,7.239,7.116,7.065,7.119,6.997,7.006,6.997])
9 vz=np.array([4.8,4.484,4.158,3.797,3.219,2.787,2.515,2.314,2.008,1.827,1.447,0.9539,0.7198,0.3329,0.1782,
10 -0.02958,-0.4165])
11
12 #Calcul des énergies
13 m=0.440
14 g=9.81
15 ? = (vx**2 + vz**2)**(1/2)
16 ? = 0.5*m*v**2
17 ? = m*g*z
18 ? = 0.5*m*v**2 + m*g*z
```

Figure 2. Extrait du programme écrit en langage python

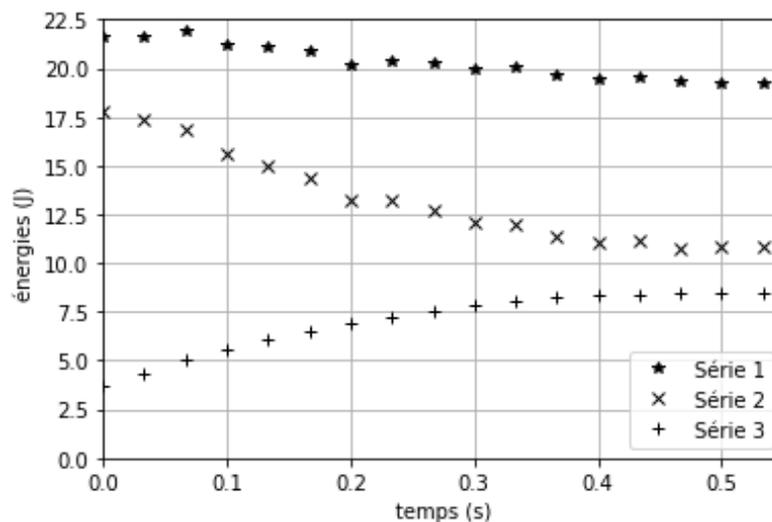


Figure 3. Évolution des énergies cinétique, potentielle de pesanteur et mécanique du sac au cours du temps obtenue à l'aide du programme écrit en langage python

1.1 Identifier les grandeurs calculées dans l'extrait du programme écrit en langage python (**figure 2**) aux lignes 15, 16, 17 et 18.

1.2 Exploitation de la figure 3:

1.2.1 En justifiant votre choix, attribuer à chaque série l'énergie qui lui correspond.

1.2.2 Expliquer en quoi les résultats expérimentaux permettent de considérer que l'action de l'air sur le sac n'est pas négligeable devant le poids du sac.

1.2.3 Estimer la valeur de la vitesse initiale  $v_0$  du centre de masse du sac.

1.2.4 Estimer la valeur de l'altitude initiale  $H$  du centre de masse du sac. Commenter.

## ETUDE DU MOUVEMENT DU SAC APRES LE LANCER

On souhaite étudier la chute du sac au cours du temps. La situation est toujours représentée sur la figure 1. Les frottements ne seront pas pris en compte dans cette partie.

On souhaite établir les expressions littérales des grandeurs accélération, vitesse et position du sac lors de son mouvement, ainsi que les caractéristiques (vitesse initiale et direction initiale) nécessaires à la réussite d'un lancer valant trois points.

Les dimensions de la planche sont précisées sur la **figure 4** ci-dessous :

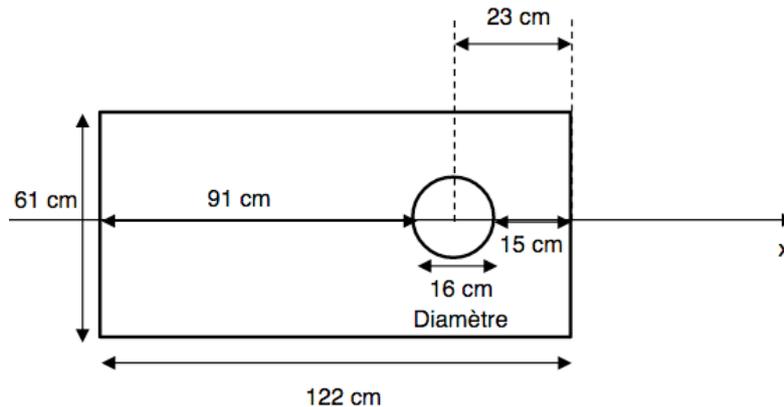


Figure 4. Dimensions de la planche de Cornhole

- 3.1. Déterminer les expressions littérales des coordonnées  $a_x$  et  $a_z$  du vecteur accélération  $a$  du centre de masse du sac suivant les axes  $Ox$  et  $Oz$ .
- 3.2. En déduire les expressions littérales des équations horaires  $x(t)$  et  $z(t)$  de la position du centre de masse du sac au cours du mouvement.
- 3.3. Montrer que l'équation littérale de la trajectoire du centre de masse du sac dans le repère d'espace  $(Ox, Oz)$  est :

$$z(x) = -\frac{1}{2}g \cdot \frac{x^2}{v_0^2 \cdot \cos^2(\alpha)} + x \cdot \tan(\alpha) + H.$$

Qualifier cette trajectoire.

- 3.4. Indiquer les paramètres initiaux de lancement sur lesquels le joueur peut avoir une influence et qui jouent un rôle pour la réussite d'un lancer à trois points.

Le joueur effectue un premier lancer. L'équation de la trajectoire du centre de masse du sac a pour expression numérique :

$$z(x) = -0,0842 x^2 + 0,625 x + 0,880 \quad \text{avec } x \text{ et } z \text{ en m}$$

La distance  $d$  qui sépare l'origine  $O$  du repère d'espace et le bord de la planche est égale à  $d = 8,0$  m.

- 3.5. Déterminer le nombre de point(s) marqué(s) par le joueur pour ce lancer.

**3.6.** Le joueur effectue un second lancer en conservant le même angle de tir  $\alpha$ , la même hauteur initiale  $H$  mais en modifiant la valeur de la vitesse initiale par rapport au premier lancer.

Déterminer une valeur possible de la nouvelle vitesse initiale  $v_0$ , afin que le sac tombe directement dans le trou. Commenter la valeur obtenue.

*Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti. La démarche est évaluée et nécessite d'être correctement présentée.*

### **EXERCICE 3: LES BIENFAITS DU MAGNÉSIUM (5 POINTS)**

Le manque de magnésium dans l'organisme se manifeste par des tremblements, une fatigue, une tétanie...

**Donnée:** masse molaire du magnésium:  $M_{\text{Mg}}=24,3 \text{ g/mol}$

On s'intéresse à un médicament qui aide à combler ce manque en apportant le magnésium sous forme d'ions magnésium  $\text{Mg}^{2+}$  contenus dans les comprimés. Le but de l'exercice est de déterminer le nombre de comprimés de ce médicament qu'un patient pourrait prendre chaque jour pour compenser ce manque de magnésium.

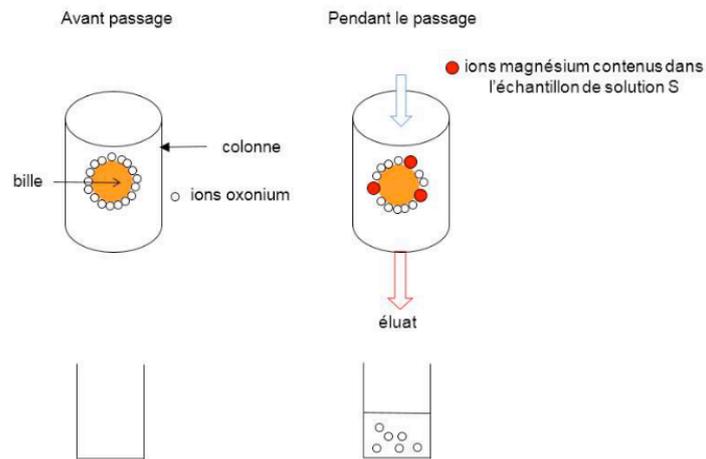
Pour cela on réalise un protocole expérimental en deux étapes:

**Première étape: substitution des ions magnésium dans la résine échangeuse d'ions.**

On prépare par dissolution d'un comprimé du médicament dans une fiole jaugée, un volume  $V=250,0\text{mL}$  d'une solution aqueuse notée S.

On introduit un échantillon de volume  $V_1=25,0\text{mL}$  de solution S par le haut d'une colonne contenant une résine. Celle-ci est constituée de billes poreuses saturées en ions oxonium ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) échangeables. Au contact de la résine, tous les ions magnésium présents dans l'échantillon vont s'échanger avec les ions oxonium et prendre leur place sur la résine. La solution recueillie dans un bécher après passage dans la résine est appelée l'éluat.

La figure en page suivante résume le fonctionnement de la substitution des ions.

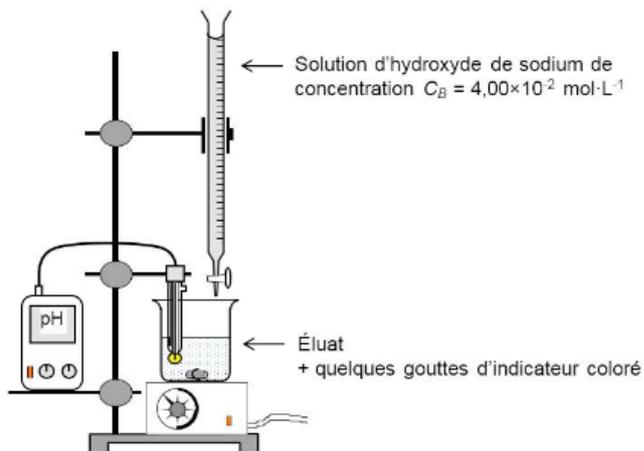


Pour chaque ion magnésium fixé, la résine libère deux ions oxonium.

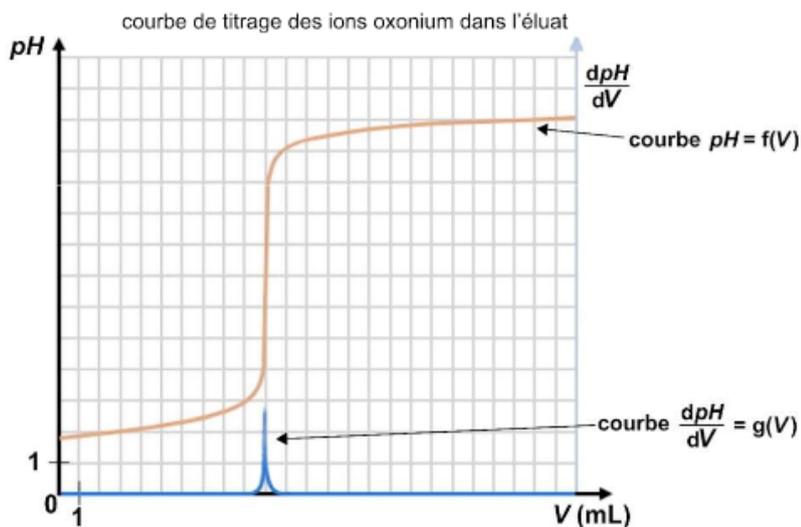
## Deuxième étape: dosage par titrage des ions oxonium dans l'éluat.

On dose ensuite les ions oxoniums ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) contenus dans l'éluat par une solution d'hydroxyde de sodium ( $\text{HO}^-$ ).

On réalise le montage suivant :



Après un traitement numérique des mesures, on obtient le tracé suivant :



La solution d'hydroxyde de sodium de concentration  $C_B = 4,00 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ , utilisée pour le titrage est obtenue par dilution d'une solution mère  $S_0$  de concentration  $C_0 = 1,00 \times 10^{-1} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ . On dispose de fioles jaugées (50,0 mL ; 100,0 mL ; 200,0 mL) et de pipettes jaugées (10,0 mL ; 20,0 mL ; 25,0 mL).

1. Indiquer la verrerie à utiliser pour effectuer cette dilution avec un seul prélèvement de  $S_0$ . Expliquer la réponse.
2. Écrire l'équation de la réaction support du titrage des ions oxonium de l'éluat par la solution d'hydroxyde de sodium puis définir précisément l'équivalence.

On dispose de trois indicateurs colorés acidobasiques.

Indicateur coloré	Teinte de la forme acide	Zone de virage	Teinte de la forme basique
Hélianthine	rouge	$3,1 < pH < 4,4$	jaune
Bleu de bromothymol	jaune	$6,0 < pH < 7,6$	bleu
Jaune d'alizarine	jaune	$10,1 < pH < 12,0$	rouge

3. Justifier, par un raisonnement détaillé, le choix possible de l'indicateur coloré pour suivre le dosage par titrage colorimétrique (changement de couleur).
4. Montrer que la quantité de matière d'ions oxonium dans l'éluat est égale à  $4,0 \times 10^{-4} \text{ mol}$ .

*Pour les adultes, le besoin quotidien en magnésium est estimé à 6,0 mg par kilogramme de masse corporelle.*

5. **Résolution de problème** : Déterminer le nombre de comprimés de médicament qui apporteraient, à un adulte en manque de magnésium, la masse de magnésium préconisée par jour.

*Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti. La démarche est évaluée et nécessite d'être correctement présentée.*