

**MATURITA DES SECTIONS BILINGUES
FRANCO-TCHÈQUES ET FRANCO-SLOVAQUES****EXAMEN DE MATURITA BILINGUE BLANCHE**

Année 2017
Session de février 2017

ÉPREUVE DE PHYSIQUE**Durée : 3h**

Le sujet est constitué de cinq exercices indépendants de même importance. Les candidats peuvent donc les résoudre dans l'ordre qui leur convient, en rappelant le numéro de l'exercice et des questions qui s'y rapportent.

Si au cours de l'épreuve un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il le signale dans sa copie et poursuit sa composition en indiquant les raisons des initiatives qu'il est amené à prendre pour cela.

Les correcteurs tiendront compte des qualités de soin, de rédaction et de présentation.

L'utilisation des calculatrices est autorisée dans les conditions prévues par la réglementation.

1 feuille de papier millimétré est requise pour ce sujet.

La feuille de réponse du questionnaire à choix multiples, page 9, et l'annexe, page 10, sont à renuméroter et à rendre avec la copie.

Chaque page x de la copie sera numérotée en bas et à droite « x/n », n étant le nombre total de pages.

Plan du sujet :

1. Questions de cours..... Mécanique.
2. Exercice à caractère expérimental..... Mesure de la constante de Planck
3. Problème..... Des isotopes du phosphore
4. Étude de documents..... Éclairages d'aujourd'hui et de demain
5. Questionnaire à choix multiples..... Champs électrique, magnétique et gravitationnel

Question de cours Mécanique

Partie I.

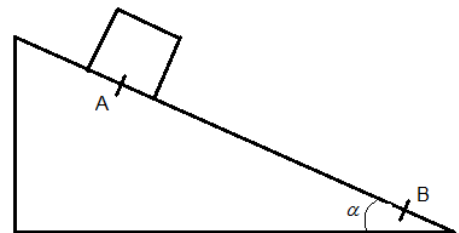
Soit l'enregistrement du mouvement d'un point mobile (voir la figure 1 de l'annexe, page 10). Deux positions consécutives du point mobile ont toujours été enregistrées toutes les 0,2 s. Le point s'est déplacé de la position 1 vers la position 10. La masse du mobile est de 2,0 kg.

1. Caractériser la nature de la trajectoire et l'évolution de la vitesse du point mobile entre les positions 1 et 6 ainsi qu'entre les positions 6 et 10.
2.
 - a. Donner la définition du vecteur vitesse.
 - b. Construire le vecteur vitesse du point mobile au point 3 (figure 1 de l'annexe, page 10).
3. Décrire une méthode de construction du vecteur accélération du point mobile au point 3.
4. Que peut-on conclure si les deux vecteurs (vitesse et accélération) ont le même sens ? Que peut-on conclure si les deux vecteurs ont des directions différentes ?
5.
 - a. Énoncer la relation fondamentale de la dynamique (la 2^{ème} loi de Newton).
 - b. Que peut-on dire de la direction et du sens de la résultante des forces qui s'exercent sur le point mobile ?

Partie II.

Un solide glisse du point A jusqu'au point B sur un plan incliné. Sa vitesse initiale au point A est nulle. Il est soumis à une force de frottement de valeur f .

L'angle d'inclinaison du plan est α . Le mouvement du solide est rectiligne.



1. Représenter les 3 vecteurs force qui s'exercent sur le solide sur la figure 2 de l'annexe, page 10.
2. Exprimer les travaux de toutes les forces lors du déplacement du solide de A vers B.
3. Énoncer le théorème de l'énergie cinétique.
4. Quel est le mouvement du solide entre les points A et B?
Quelle est alors la variation de l'énergie cinétique du solide entre A et B?

Exercice à caractère expérimental

Mesure de la constante de Planck

Pour mesurer la constante de Planck, on utilise une diode électroluminescente (DEL en abrégé). On peut montrer que la tension de seuil U_S de cette diode et la fréquence f des photons émis sont liées par la relation $e \cdot U_S = h \cdot f$, où e désigne la charge élémentaire et h est la constante de Planck.

Symbole d'une DEL :



Partie 1 : Mesure de la tension de seuil

La caractéristique tension-intensité d'un composant électronique est la relation entre la tension appliquée à ses bornes et le courant qui le traverse. Elle est très souvent exprimée par un graphe.

- 1) Donner la liste du matériel nécessaire (composantes électriques) pour déterminer expérimentalement une caractéristique tension-intensité d'une DEL.
- 2) Faire un schéma du montage correspondant et décrire brièvement les manipulations à faire.
- 3) On obtient les valeurs suivantes de tension et intensité.

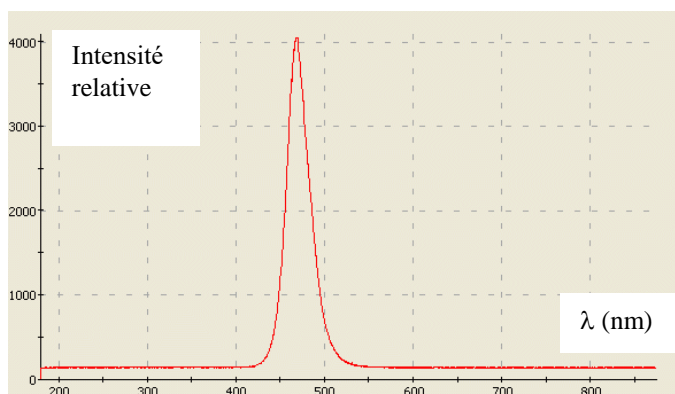
U (V)	-3,0	-1,0	0,0	1,0	2,0	2,3	2,5	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1
I (mA)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4	1,3	3,2	5,9	8,2	10,9	14,1

Tracer sur papier millimétré le graphe de l'intensité en fonction de la tension. Choisir l'échelle suivant: 1 cm \cong 1 mA, 2 cm \cong 1 V.

- 4) En s'appuyant du graphe, décrire le comportement de la diode pour $U < 0$ et pour $U > 0$.
- 5) Dans la partie linéaire croissante de la courbe, tracer la tangente à la courbe. L'intersection de cette tangente avec l'axe des abscisses est la tension de seuil U_S . Déterminer graphiquement U_S .

Partie 2 : Mesure de la longueur d'onde

Avec un spectromètre, on mesure le spectre de la lumière émise par la DEL. On obtient le graphe suivant.



- 6) De quel type de spectre s'agit-il (deux qualificatifs)? Justifier brièvement.
- 7) Déterminer la longueur d'onde de la lumière émise.
- 8) Calculer la fréquence et, avec la formule de l'énoncé, la valeur expérimentale h_{exp} de la constante de Planck. On donne $e = 1,60 \cdot 10^{-19}$ C.
- 9) Déterminer l'écart absolu et relatif de votre résultat par rapport à la valeur théorique $h_{\text{th}} = 6,626 \cdot 10^{-34}$ J · s.

Problème

Des isotopes du phosphore

Donnée : extrait de la classification périodique: $_{11}\text{Na}$; $_{12}\text{Mg}$; $_{13}\text{Al}$; $_{14}\text{Si}$; $_{15}\text{P}$; $_{16}\text{S}$; $_{17}\text{Cl}$

Substance radioactive artificielle, le phosphore $^{32}_{15}\text{P}$ est utilisé en médecine nucléaire.

Il est radioactif β^- et sa demi-vie $t_{1/2}$ est égale à 14,3 jours.

D'après le site « dictionnaire médical »

1. Le phosphore 32

- a) Donner la composition du noyau de phosphore 32.
- b) Définir le terme « isotope ».
- c) Quelle est la particule émise lors d'une radioactivité β^- ?
- d) Énoncer les lois de conservation qui régissent une réaction nucléaire, puis établir l'équation de désintégration du phosphore 32 en précisant l'élément formé.

Loi de décroissance

Un patient reçoit par voie intraveineuse une solution de phosphate de sodium contenant une masse m_0 égale à $10,0 \cdot 10^{-9}$ g de phosphore 32.

Le nombre de noyaux de phosphore restant au cours du temps est donné par la loi de décroissance radioactive : $N = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$ où λ est une constante strictement positive.

Donnée : masse du noyau de phosphore 32 : $m(\text{P}) = 5,31 \cdot 10^{-26}$ kg

- e) Calculer le nombre initial N_0 de noyaux de phosphore 32.
- f) Définir la demi-vie $t_{1/2}$ puis établir la relation entre $t_{1/2}$ et λ .
Vérifier que cette relation conduit à $\lambda = 5,61 \cdot 10^{-7} \text{ s}^{-1}$.
- g) Définir l'activité $A(t)$ d'un échantillon à l'instant t et en déduire la relation entre l'activité $A(t)$ et $N(t)$ le nombre de noyaux à l'instant t .
- h) Calculer la valeur de l'activité A_0 de l'échantillon de phosphore reçu par le patient.
- i) Déterminer l'instant t_1 où l'activité sera divisée par 10.

2. Le phosphore 31

Données : unité de masse atomique : $1 \text{ u} = 931,494 \text{ MeV}/c^2$

énergie de liaison par nucléon du phosphore 32: $E_l/A = 8,224 \text{ MeV}/\text{nucléon}$

Particule	proton	neutron	$^{31}_{15}\text{P}$
Masse	$m_p = 1,007 28 \text{ u}$	$m_n = 1,008 66 \text{ u}$	$m(^{31}_{15}\text{P}) = 30,973 76 \text{ u}$

- a) Donner la définition de l'énergie de liaison E_l d'un noyau.
- b) Donner l'expression du défaut de masse Δm puis calculer le défaut de masse d'un noyau de phosphore 31; l'exprimer en unité atomique.
- c) Calculer l'énergie de liaison d'un noyau de phosphore 31 exprimée en MeV. En déduire l'énergie de liaison par nucléon.
- d) Comparer cette valeur à celle de l'énergie de liaison par nucléon du phosphore 32. Conclure quant à la stabilité de ces deux noyaux.

Étude de documents

Éclairages d'aujourd'hui et de demain

Lors de l'Exposition internationale d'électricité, à Paris, en 1881, Thomas Edison fit la démonstration de ses lampes à incandescence. [...]

Les premières lampes étaient constituées d'un filament de carbone, obtenu à partir d'une fibre de bambou du Japon, et placé dans une ampoule sous vide. Après avoir testé environ 6 000 substances végétales, le choix d'Edison se porta sur le bambou pour sa flexibilité. La durée de vie des premières lampes était de 45 heures. [...]

En 1898, Carl Auer von Welsbach remplaça le filament de carbone par un filament métallique pour obtenir les lampes à incandescence modernes, dont la durée de vie atteint aujourd'hui entre 1 000 et 2 000 heures. Bien qu'omniprésentes au XX^e siècle, ces lampes ne sont plus autorisées à la vente au sein de l'Union européenne depuis septembre 2012, car leur rendement énergétique est catastrophique : seulement cinq pour cent de l'énergie électrique sont convertis en lumière visible. Ces lampes ont néanmoins l'avantage de produire une lumière blanche chaude très proche de la lumière du jour.

Quel type d'éclairage peut remplacer la lampe à incandescence et satisfaire les contraintes d'une lumière agréable, une longue durée de vie et une faible consommation? La question est un enjeu économique important, car l'éclairage représente plus de 10 pour cent de la consommation d'électricité en France. Dans les grandes villes, ce chiffre peut même dépasser 30 pour cent.

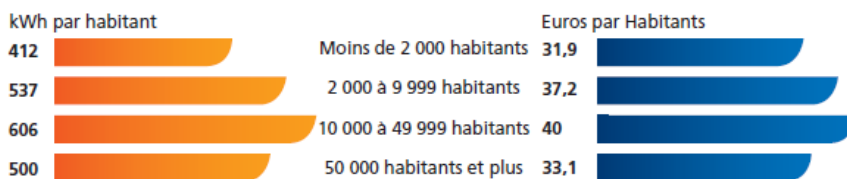
De nombreux systèmes d'éclairage alternatifs ont été développés au cours du XX^{ème} siècle. Il en est ainsi des lampes à décharge, qui produisent de la lumière par excitation d'un gaz sous l'effet d'un arc électrique. Différents gaz sont utilisés, tels le néon ou le sodium. Ces derniers sont souvent utilisés dans l'éclairage public, mais donnent des lumières de mauvaise qualité, très loin du spectre solaire, dans des tons orangés pour les lampes à sodium mélangé à du néon.

Les lampes fluorescentes appartiennent à la famille des lampes à décharge, mais la paroi interne est recouverte d'un revêtement fluorescent. Le fonctionnement de ces dispositifs repose aujourd'hui sur l'excitation de vapeur de mercure contenue dans une atmosphère d'argon. Après excitation, les atomes de mercure reviennent à leur état fondamental en émettant un rayonnement ultraviolet, qui est absorbé par des matériaux fluorescents recouvrant les parois du tube, matériaux qui réémettent de la lumière à différentes longueurs d'onde pour produire de la lumière blanche. Ces lampes sont de plus en plus présentes dans nos foyers, en particulier sous la forme d'ampoules fluocompactes, grâce à l'amélioration constante de la qualité de la lumière, la réduction du délai d'allumage et la diminution du prix d'achat.

Cependant, un autre type d'éclairage est apparu récemment sur le marché : les lampes à diodes électroluminescentes (LED, pour Light-Emitting Diode) blanches. Ces systèmes offrent des perspectives intéressantes pour un éclairage de qualité et à faible consommation (leur rendement est environ cinq fois plus grand que celui des lampes incandescentes); ils pourraient remplacer les ampoules incandescentes d'ici une dizaine d'années.

Source : http://www.pourlascience.fr/ewb_pages/a/article-les-led-blanches-l-eclairage-de-demain-30545.php

CONSOMMATION ET DÉPENSE D'ÉNERGIE PAR HABITANT SELON LA TAILLE DES COMMUNES



6 points seront attribués à la qualité de l'expression, de la syntaxe et de l'orthographe.

Questions :

- 1) Citer les trois systèmes d'éclairage qui sont aujourd'hui utilisés.
- 2) Rappelez en quelques phrases l'histoire de la fabrication des ampoules classiques.
- 3) De combien de fois la durée de vie d'une ampoule classique a-t-elle augmentée depuis sa création jusqu'à aujourd'hui?
- 4) Expliquer le principe de fonctionnement d'une lampe fluorescente.
- 5) Citer les deux domaines ou lieux où on utilise des lampes à décharge. Dans lequel des deux la qualité de la lumière est-elle la meilleure?
- 6) A l'aide des diagrammes en bâtons, montrer par un calcul que la quantité d'énergie consommée par une ville de 30 000 habitants est environ de $1,82 \cdot 10^7$ kWh.
- 7) A l'aide des diagrammes en bâtons, déterminer le prix moyen d'un kWh pour un habitant d'une ville de 1 000 habitants.

Questionnaire à choix multiples

Champs électrique, magnétique et gravitationnel

Les questions qui suivent n'admettent **qu'une seule réponse correcte**. Aucune justification n'est demandée. Parmi les propositions, référencées a, b, c et d, **cocher l'unique bonne réponse dans la grille fournie page 9**. Cette grille devra rester anonyme et être agrafée avec votre copie. Il n'y a pas de points négatifs pour les mauvaises réponses.

Exemple : 0- Albert Einstein était: a) un chanteur de jazz
b) un peintre
c) un physicien
d) un dentiste

Ecrire, comme dans l'exemple suivant, sur la copie prévue à cet effet page 9 :

0-	a b c d
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

En cas d'erreur, barrez les 4 cases et noter à côté la bonne réponse, comme dans l'exemple suivant :

0-	a b c d	
	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	0c

- 1) Une grandeur vectorielle (en physique) est caractérisée par :
 - a) son origine, sa direction, son sens et sa valeur associée à une unité,
 - b) sa direction, son sens, sa valeur associée à une unité et sa flèche,
 - c) sa direction, son sens, sa valeur sans unité et sa flèche,
 - d) son origine, sa direction, son sens et sa valeur sans unité.

- 2) La ligne de champ vectoriel :
 - a) est une ligne tangente en chacun de ses points au vecteur champ.
 - b) est une ligne perpendiculaire en chacun de ses points au vecteur champ.
 - c) est toujours une ligne fermée.
 - d) est toujours une ligne ouverte.

- 3) Le champ uniforme :
 - a) est un champ dont les caractéristiques ne dépendent pas du point de l'espace considéré.
 - b) est centripète.
 - c) est centrifuge.
 - d) n'existe qu'à l'intérieur d'une bobine.

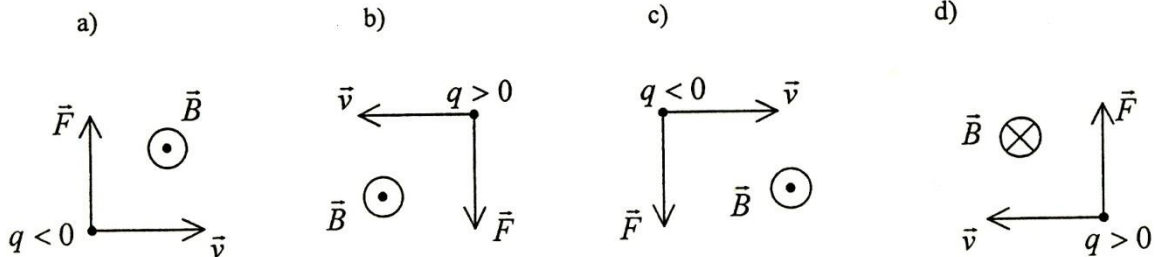
- 4) Dans le système international d'unités, la constante de gravitation G s'exprime en:
 - a) $N \cdot m \cdot kg^{-2}$,
 - b) $N \cdot m^2 \cdot kg^{-1}$,
 - c) $m^2 \cdot kg^{-1} \cdot s^{-2}$,
 - d) $m^3 \cdot kg^{-1} \cdot s^{-2}$.

- 5) On suppose que le mouvement du satellite est circulaire uniforme. On peut dire à propos du satellite que :
- son accélération est nulle.
 - son accélération est tangentielle à la trajectoire.
 - son accélération est normale à la trajectoire, dirigée vers l'extérieur.
 - son accélération est normale à la trajectoire, dirigée vers l'intérieur.
- 6) Un satellite géostationnaire de la Terre est caractérisé par:
- une altitude égale au rayon terrestre,
 - une période égale à un jour sidéral,
 - une vitesse nulle,
 - une vitesse égale à celle d'un point sur l'équateur.
- 7) Un électron pénètre dans une région de l'espace où règne un champ magnétique. La vitesse de l'électron est perpendiculaire à la direction du champ magnétique. Choisir la bonne proposition.
- L'énergie cinétique de l'électron augmente.
 - L'énergie cinétique de l'électron diminue.
 - La trajectoire de l'électron est un arc de cercle.
 - Le mouvement de l'électron est rectiligne uniforme.
- 8) Un Tesla est l'unité :
- de flux lumineux,
 - de flux magnétique,
 - d'intensité lumineuse,
 - de champ magnétique.
- 9) Un champ électrique permet de:
- dévier une particule non chargée.
 - faire varier l'énergie cinétique d'une particule quelconque.
 - dévier une particule chargée.
 - dévier uniquement une particule chargée en mouvement.
- 10) Un proton est placé entre des plaques planes parallèles distantes de $d = 2$ cm entre lesquelles on maintient une tension $U = 500$ V. La valeur du champ électrique vaut:
- $E = 25\,000 \text{ V}\cdot\text{m}^{-1}$,
 - $E = 1\,000 \text{ V}\cdot\text{m}^{-1}$,
 - $E = 10 \text{ V}\cdot\text{m}^{-1}$,
 - $E = 250 \text{ V}\cdot\text{m}^{-1}$.
- 11) Des particules de même masse, de charges q_1 et $q_2 = \frac{q_1}{2}$, pénètrent avec la même vitesse dans un champ magnétique uniforme \vec{B} orthogonal à la direction des vecteurs vitesse. La relation entre les rayons de leurs trajectoires R_1 et R_2 est:
- $R_1 = 2 \cdot R_2$,
 - $R_2 = \frac{R_1}{2}$,
 - $R_1 = \frac{R_2}{\sqrt{2}}$,
 - $R_1 = \sqrt{2} \cdot R_2$.

12) Un champ magnétique peut permettre de:

- dévier une particule non chargée.
- faire varier l'énergie cinétique d'une particule quelconque.
- dévier une particule non chargée en mouvement.
- dévier une particule chargée en mouvement.

13) Choisir le schéma correct:



14) Un électron ayant une vitesse $\vec{v}_0 \neq \vec{0}$ pénètre dans une région de champ magnétique uniforme. Il décrit alors une trajectoire circulaire. Choisir la bonne proposition.

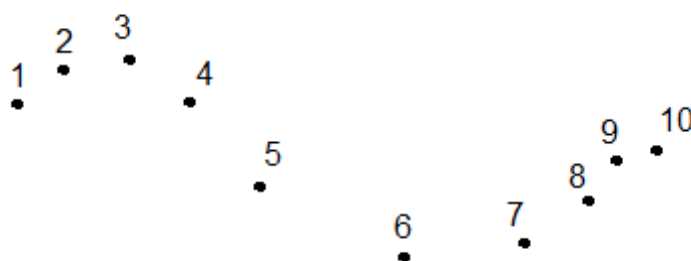
- L'accélération de l'électron est nulle.
- Le vecteur vitesse initiale \vec{v}_0 de l'électron est colinéaire à \vec{B} .
- Le mouvement de l'électron est uniforme.
- Le rayon du cercle croît si l'on fait croître B , la valeur v_0 étant constante.

15) Un électron et un proton décrivent des trajectoires circulaires dans un champ magnétique uniforme de même valeur. La période de révolution est:

- plus courte pour l'électron,
- la même pour les deux particules,
- plus courte pour le proton,
- on ne peut pas répondre sans connaître les vitesses respectives des deux particules.

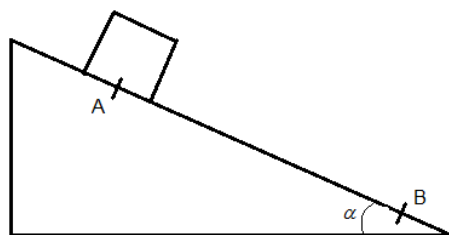
Questionnaire à choix multiples
Champs électrique, magnétique et gravitationnel

1.	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
2.	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3.	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
4.	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
5.	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6.	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
7.	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
8.	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
9.	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
10.	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
11.	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
12.	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
13.	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
14.	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
15.	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

Annexe**Figure de la partie I.**

L'échelle de cet enregistrement est $1/2$,
c'est-à-dire 1 cm sur le dessin représente 2 cm dans la réalité.

L'échelle pour la vitesse est la suivante : 1 cm correspond à $2,0 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$.

Figure de la partie II.

Cette figure est sans échelle.