BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2017

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

Obligatoire

DURÉE DE L'ÉPREUVE : **3 h 30** – COEFFICIENT : **6**

L'usage d'une calculatrice EST autorisé.
« Conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999 »

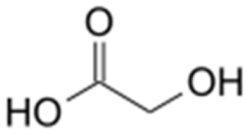
Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré.

Ce sujet comporte 14 pages numérotées de 1 à 14.
L'annexe page 14 est à rendre avec la copie

Le sujet est composé de 3 exercices indépendants les uns des autres.

Le candidat doit traiter les trois exercices.

EXERCICE I - L'acide glycolique (9 points)



L'acide glycolique est le plus petit des acides α-hydroxylés, il sera noté AH.
L'acide glycolique peut être obtenu à partir d'extrait de canne à sucre, de betterave ou de raisin.
Grâce à son excellente capacité à pénétrer la peau, l'acide glycolique est très utilisé dans les produits de soins pour la peau, le plus souvent dans les peelings (technique destinée à régénérer la peau du visage).
L'acide glycolique permet d'améliorer la texture et l'apparence de la peau. Il peut réduire les rides, l'acné ou l'hyperpigmentation.

D'après https://fr.wikipedia.org/wiki/Acide_glycolique

Données à 25°C

Acide glycolique :

- très bonne solubilité dans l'eau ;
- masse volumique : 1,49 $g.cm^{-3}$;
- masse molaire : 76 $g.mol^{-1}$;
- *pKa* (acide glycolique / ion glycolate) = 3,83.

Table simplifiée de données pour la spectroscopie IR

Liaison	Nombre d'onde (cm^{-1})
O-H alcool	3200-3400
N-H amine	3100-3500
C_{tri}-H	3000-3100
$C_{tét}$-H	2800-3000
O-H acide carboxylique	2500-3200
C=O ester	1700-1740
C=O aldéhyde ou cétone	1650-1730
C=O acide carboxylique	1680-1710
N-H amine ou amide	1560-1640

Les trois parties de l'exercice sont indépendantes.

Partie A : étude de l'acide glycolique

1. En nomenclature officielle, l'acide glycolique s'appelle l'acide hydroxyéthanoïque. Justifier le nom officiel de cet acide.

2. L'acide glycolique possède-t-il des stéréoisomères de configuration ? Justifier.

La canne à sucre subit deux broyages donnant un liquide sucré appelé le « vesou ». Celui-ci contient des acides organiques dont l'acide glycolique.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

3. Une chromatographie révélée par le bleu de bromophénol permet de vérifier que le « vesou » contient bien de l'acide glycolique.

	Forme acide	Forme basique	Zone de virage
Bleu de bromophénol	Jaune	Bleu	3,0 - 4,6



L'éluant, de pH = 2, est un mélange de :

- 70% de butan-1-ol ;
- 30% de solution concentrée d'acide éthanoïque ;
- Quelques gouttes de solution à 1 $g.L^{-1}$ de bleu de bromophénol.

Nature des dépôts :

- dépôt 1 : vesou ;
- dépôt 2 : acide glycolique pur.

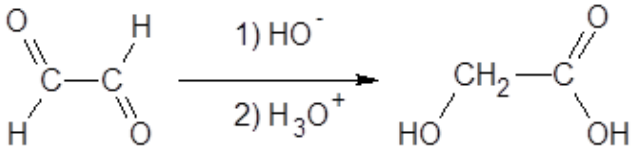
Lors du séchage de la plaque de chromatographie (photo ci-contre), l'acide éthanoïque s'évapore.
Après séchage, le chromatogramme, reproduit ici en noir et blanc, présente en réalité des taches jaunes sur fond bleu.

3.1. Quelle est la couleur de l'éluant ?

3.2. Proposer une explication des couleurs des taches observées sur le chromatogramme après séchage et interpréter le chromatogramme.

4. En supposant que la teneur en masse d'acide glycolique dans la matière organique extraite du « vesou » est de 0,1%, quelle masse de « vesou » serait nécessaire pour obtenir 100 mL d'acide glycolique pur ?

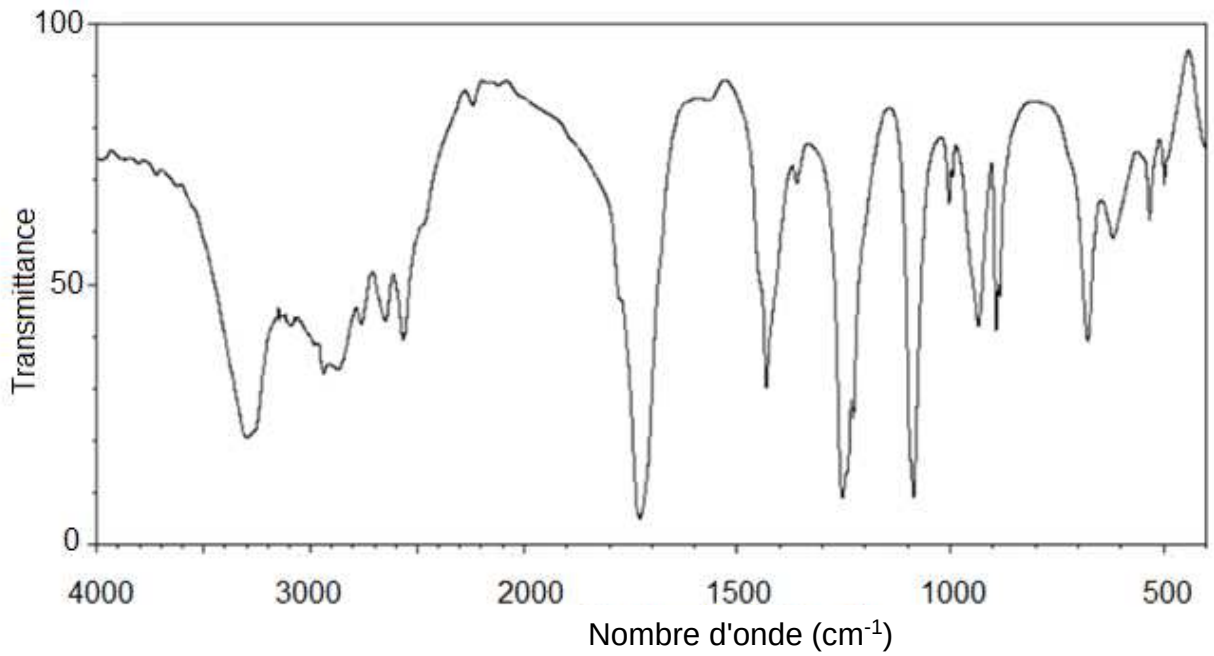
5. Dans l'industrie, l'acide glycolique n'est pas extrait de la canne à sucre mais synthétisé à partir du glyoxal, selon une réaction de Cannizzaro d'équation suivante :



Un spectre infrarouge du produit finalement obtenu est donné ci-après. Avancer deux arguments pour justifier qu'il peut correspondre à l'acide glycolique.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer



Partie B : étude d'une solution dermatologique d'acide glycolique

En dermatologie, il existe plusieurs solutions aqueuses, de concentrations différentes en acide glycolique, utilisées dans le traitement de l'acné : 20% ; 35% ; 50% ou 70% en masse d'acide glycolique.

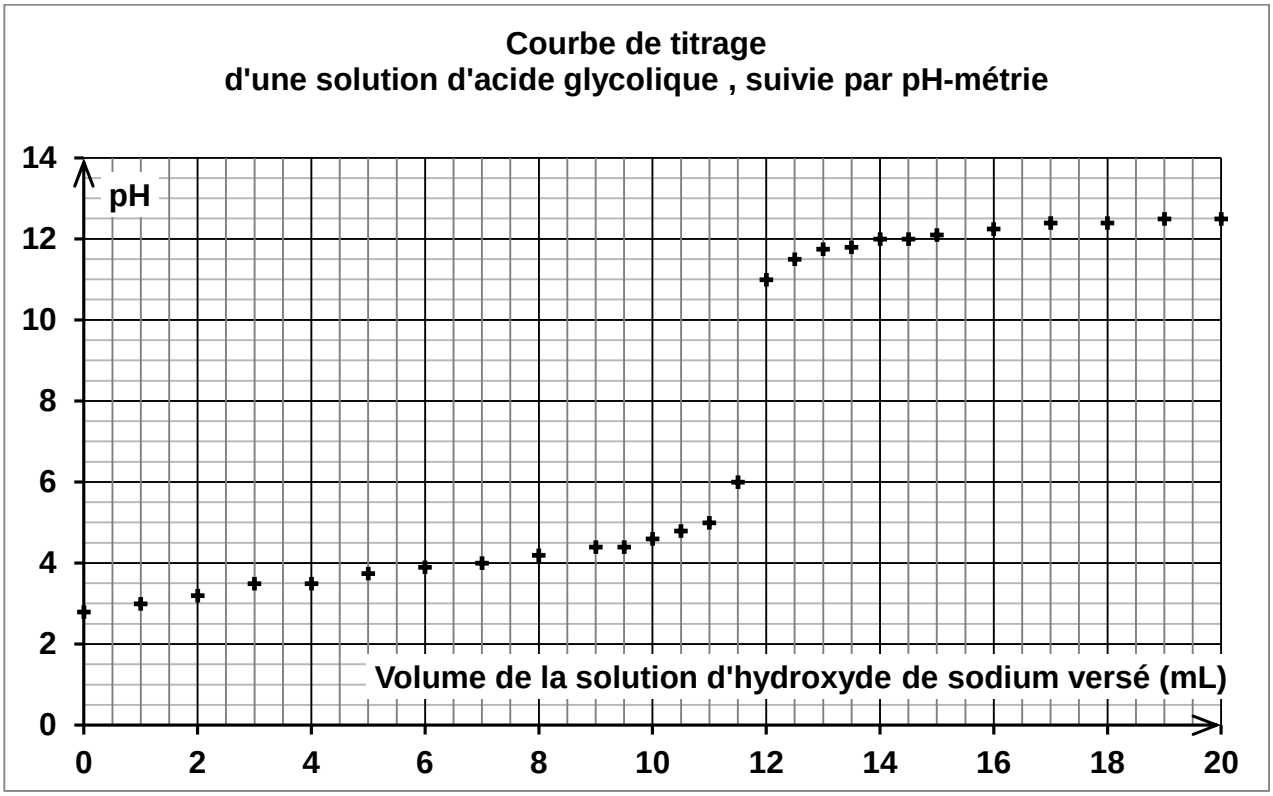
Pour rédiger l'étiquette d'une solution d'acide glycolique en dermatologie, on se propose d'en déterminer les caractéristiques : masse volumique et pourcentage massique d'acide glycolique.

1. Proposer une méthode pour déterminer expérimentalement la masse volumique de la solution d'acide glycolique. Sachant que la solution a une masse volumique $\rho = 1{,}26\ g.cm^{-3}$, indiquer le matériel utilisé, les valeurs des prélèvements et les mesures correspondant à la méthode choisie.

2. Pour déterminer le pourcentage massique d'acide glycolique, on réalise le titrage décrit ci-dessous dans ses grandes lignes.
On dispose de 50 mL d'une solution d'acide glycolique que l'on dilue vingt fois. On réalise le titrage suivi par pH-métrie d'une prise d'essai de 10,0 mL de la solution diluée par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium, ($Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$), de concentration molaire égale à $5{,}0\times10^{-1}\ mol.L^{-1}$. On obtient les résultats expérimentaux suivants.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

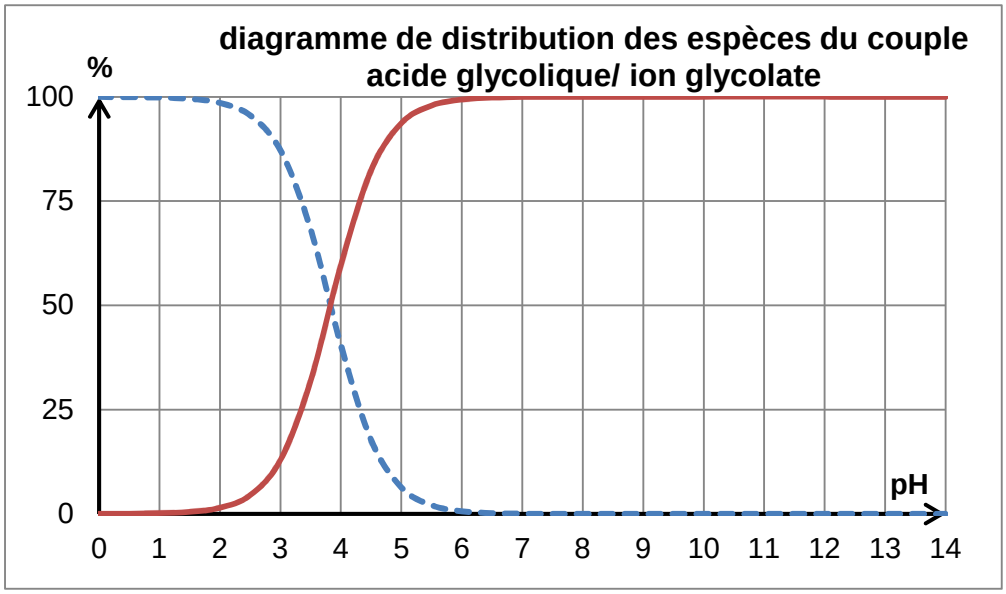
Voir le corrigé
scanner ou cliquer



2.1 Décrire la préparation de 100,0 mL de solution dermatologique diluée 20 fois.

2.2 Réaliser un schéma annoté du montage permettant d'effectuer le titrage.

Le diagramme de distribution des espèces du couple acide glycolique / ion glycolate représenté ci-dessous donne le pourcentage de chaque forme en fonction du pH.



2.3. Identifier, sur le diagramme de distribution, la courbe correspondant à l'acide glycolique (AH) et celle correspondant à l'ion glycolate A^-. Justifier.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 5 / 15
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

2.4 Quelle est la forme prédominante du couple acide glycolique / ion glycolate (AH / A^-) au début du titrage ? Puis à la fin du titrage ? Justifier.

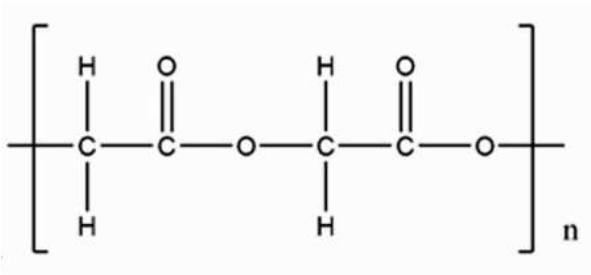
2.5 En déduire l'équation chimique de la réaction support du titrage.

2.6 Quel pourcentage massique d'acide glycolique doit être indiqué sur l'étiquette ?

Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie même si elle n'a pas abouti.

Partie C : l'acide polyglycolique pour les sutures internes

L'acide glycolique est également à la base de la fabrication d'un polymère biodégradable, l'acide polyglycolique, noté PGA (formule ci-contre), utilisé en chirurgie depuis 1970 pour réaliser des sutures internes résorbables.



Le caractère résorbable ou non d'un fil est défini par sa vitesse de perte de résistance. La résorption du PGA se fait par l'action de l'eau des tissus qui hydrolyse des fonctions du polymère ; les produits de l'hydrolyse sont ensuite éliminés naturellement par les fluides biologiques de l'organisme.

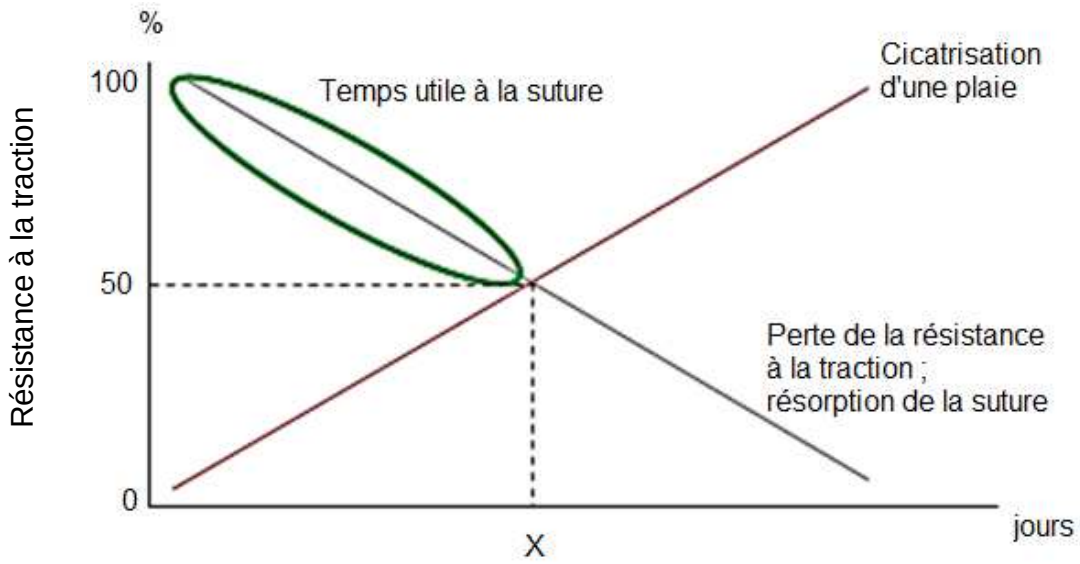
1. Identifier et reproduire le groupe caractéristique présent dans l'acide polyglycolique.

2. L'hydrolyse d'un ester correspond à la réaction de cet ester avec de l'eau pour former un acide carboxylique et un alcool ; cette transformation est lente à température ambiante. Proposer une interprétation à la résorption du PGA sous l'action de l'eau contenue dans les tissus.

L'abécédaire des sutures B. Braun fournit les informations suivantes.

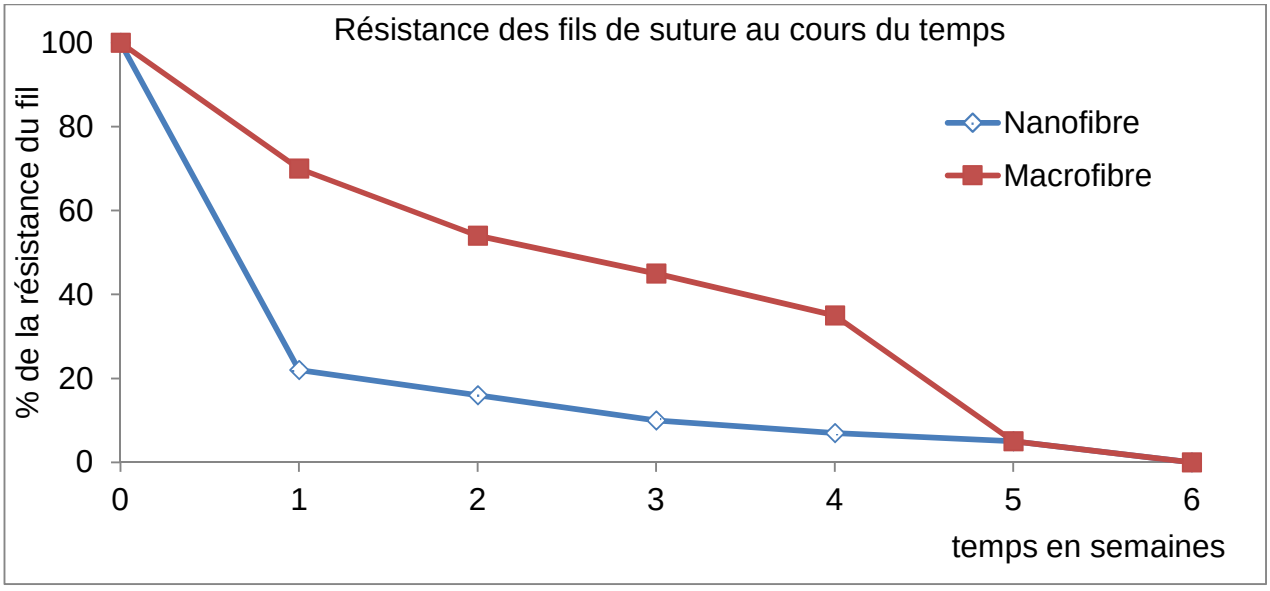
- Evolutions temporelles de la résistance des sutures à la traction et de la résistance des tissus lors de la cicatrisation de la plaie (ces deux évolutions n*e sont pas linéaires : le graphe ci-dessous donne seulement la tendance*).

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 6 / 15
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer



Délai de cicatrisation en fonction des tissus

Tissu	Délai de cicatrisation
Tissu sous cutanés	2 semaines
Intestin	2 à 3 semaines
Vessie	5 jours 75 à 90 % de sa résistance initiale retrouvée en 2 semaines
Ligaments/tendons	6 semaines 50 à 70 % de sa résistance initiale retrouvée après 1 an



3. Un chirurgien souhaite effectuer la suture d'un intestin. Parmi les deux fils de suture proposés (nanofibre ou macrofibre), lequel est le plus adapté ?

La démarche nécessite d'être correctement présentée.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 7 / 15
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

EXERCICE 2. LES ONDES GRAVITATIONNELLES (6 points)

Clin d'œil de l'histoire : c'est 100 ans tout juste après la publication de la théorie de la relativité générale d'Einstein, qu'une équipe internationale en a confirmé l'une des prédictions majeures, en réalisant la première détection directe d'ondes gravitationnelles.

Données :

- *Masse du Soleil* : $M_S = 2{,}00\times10^{30}$ kg ;
- *Les ondes gravitationnelles se propagent à la célérité de la lumière dans le vide, soit* $c = 3{,}00\times10^{8}$ m.s^{-1} ;
- *Constante de gravitation universelle :* $G = 6{,}67\times10^{-11}$ m^3.kg^{-1}.s^{-2}.

1. Les ondes gravitationnelles détectées 100 ans après la prédiction d'Einstein

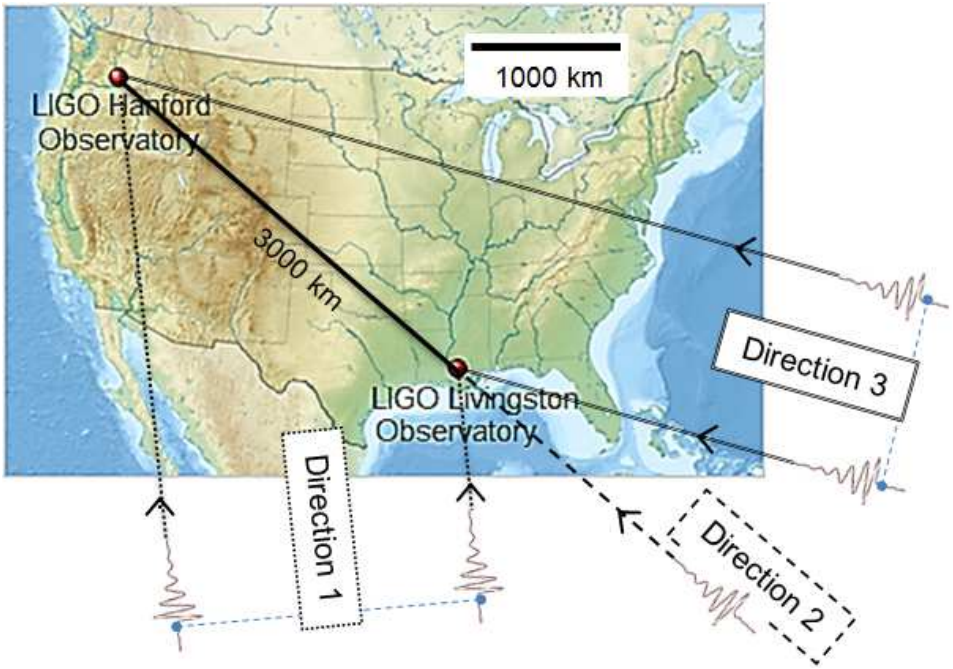
Pour la première fois, des scientifiques ont observé des ondes gravitationnelles, produites par la collision de deux trous noirs. Cette découverte confirme une prédiction majeure de la théorie de la relativité générale énoncée par Albert Einstein en 1915. Ces ondes ont été détectées le 14 septembre 2015 par les deux détecteurs jumeaux de LIGO (Laser Interferometer Gravitational-wave Observatory) situés aux Etats-Unis à Livingston, en Louisiane, et à Hanford dans l'État de Washington, distants de 3000 km.
L'analyse des données a permis d'estimer que les deux trous noirs ont fusionné il y a 1,3 milliard d'années et qu'ils avaient des masses d'environ 29 et 36 fois celle du Soleil.
Selon la théorie de la relativité générale, un couple de trous noirs en orbite l'un autour de l'autre perd de l'énergie sous forme d'ondes gravitationnelles, ce qui entraîne un rapprochement des deux astres. Ce phénomène peut durer des milliards d'années avant de s'accélérer brusquement. En une fraction de seconde, les deux trous noirs entrent alors en collision et fusionnent en un trou noir unique. Une énergie colossale est alors convertie en ondes gravitationnelles. C'est cette "bouffée" d'ondes qui a été observée.

D'après le communiqué du CNRS - 11 février 2016

1.1 À quelle distance de la Terre, exprimée en année-lumière, se trouve la source des ondes gravitationnelles détectées le 14 septembre 2015 ?

1.2 Le détecteur de Livingston a détecté les ondes gravitationnelles 7 ms avant celui de Hanford. Cet écart a permis d'envisager des localisations possibles de leur source.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 8 / 15
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer



Observatoires LIGO aux Etats-Unis ainsi que 3 directions proposées pour la source des ondes gravitationnelles.

1.2.a. Compte tenu de cet écart de détection de 7 ms, expliquer pourquoi les ondes gravitationnelles ne peuvent pas provenir de la direction 2.

1.2.b. Choisir, en justifiant, une direction possible pour leur provenance parmi les deux autres proposées sur la carte ci-dessus.

2. Fusion des deux trous noirs

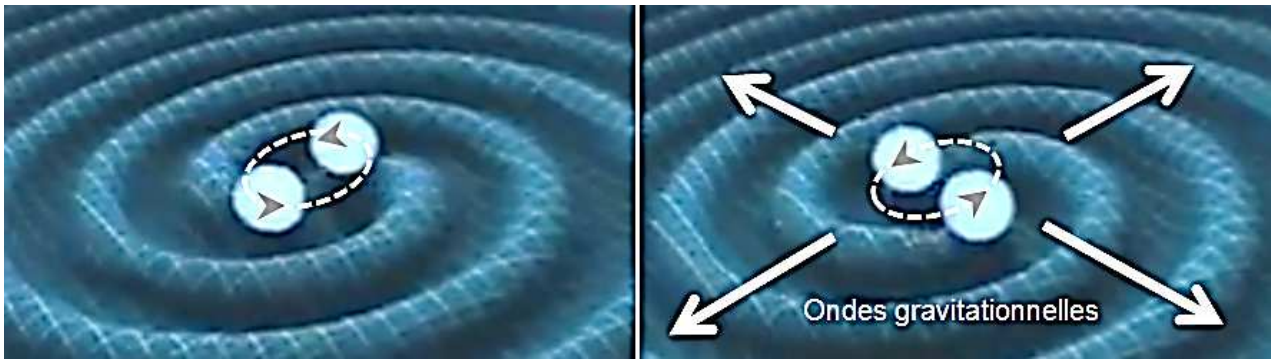


Illustration de l'émission d'ondes gravitationnelles lors de la rotation d'un couple de trous noirs de même masse.

D'après une animation LIGO

Dans cette partie on fait l'hypothèse que les deux trous noirs ont la même masse. On considère qu'ils sont sur une même orbite circulaire de rayon r mais diamétralement opposés.

2.1 Schématiser le système des deux trous noirs et représenter sans souci d'échelle la force d'interaction gravitationnelle exercée par l'un des deux trous noirs sur l'autre et donner l'expression de sa valeur en fonction de G, m et r.

La période des ondes gravitationnelles émises est la demi-période de révolution des trous noirs.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 9 / 15
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

On se place dans le cadre de la mécanique newtonienne. Le référentiel dans lequel les trous noirs sont en rotation est considéré galiléen. On considère le centre de la trajectoire fixe dans ce référentiel.

2.2 Montrer que la vitesse v des trous noirs peut s'écrire :

$$v = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{Gm}{r}}$$

2.3 En déduire que le rayon de l'orbite est lié à la période de révolution des trous noirs par la relation :

$$r^3 = \frac{Gm}{16\pi^2}T^2$$

2.4 Comment évolue la fréquence des ondes gravitationnelles émises par les deux trous noirs quand ils se rapprochent pour fusionner ?

L'analyse des données indique que juste avant la fusion des deux astres, ces derniers tournaient l'un autour de l'autre à une cadence d'environ 75 tours par seconde. Les théoriciens tenant compte de la relativité générale estiment alors que la vitesse de chacun est voisine du quart de celle de la lumière.

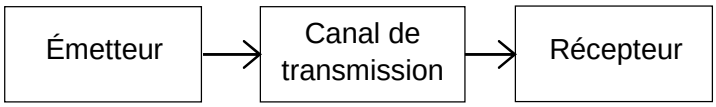
2.5 En considérant deux trous noirs, chacun de masse environ égale à 30 fois la masse du Soleil, montrer que les lois de la mécanique newtonienne donnent une bonne approximation de la vitesse des trous noirs.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

EXERCICE 3. Chaîne de transmission de l'information (5 points)

La chaîne de transmission de l'information est, de manière simplifiée, constituée d'un émetteur, d'un canal de transmission et d'un récepteur.



La propagation des signaux peut se faire selon deux types :

- propagation libre : la propagation est libre lorsque les informations sont transmises sans dispositif de guidage ;
- propagation guidée : la propagation guidée nécessite un guide d'onde qui contraint l'onde à se propager selon un certain chemin.

Dans cet exercice, la partie A s'intéresse à la transmission du signal puis la partie B à sa réception. Les deux parties A et B sont indépendantes.

Partie A : transmission de l'information

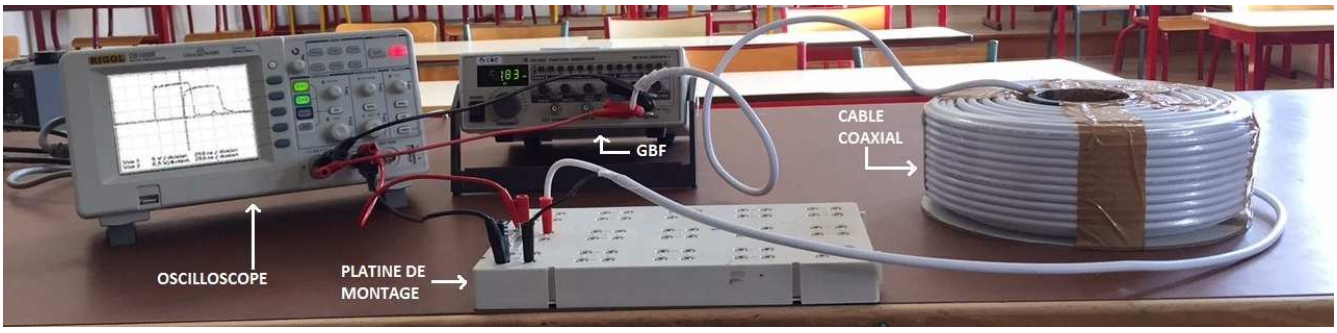
1. Transmission de l'information via un câble coaxial

Le montage photographié ci-dessous permet d'étudier la propagation de signaux électriques le long d'un câble coaxial.
Un générateur de fonctions (GBF) délivrant une tension de fréquence fondamentale proche de 1 MHz est relié à un câble coaxial de longueur ℓ = 40,00 ± 0,05 m (la longueur ℓ tient compte de la longueur des fils de connexion utilisés).

Un oscilloscope numérique permet de visualiser :

- sur la voie 1, la tension $u_e(t)$ à l'entrée du câble
- sur la voie 2, la tension $u_s(t)$ à la sortie du câble (voir l'oscillogramme ci-après).

La platine de montage permet de relier la sortie du câble coaxial à l'oscilloscope.

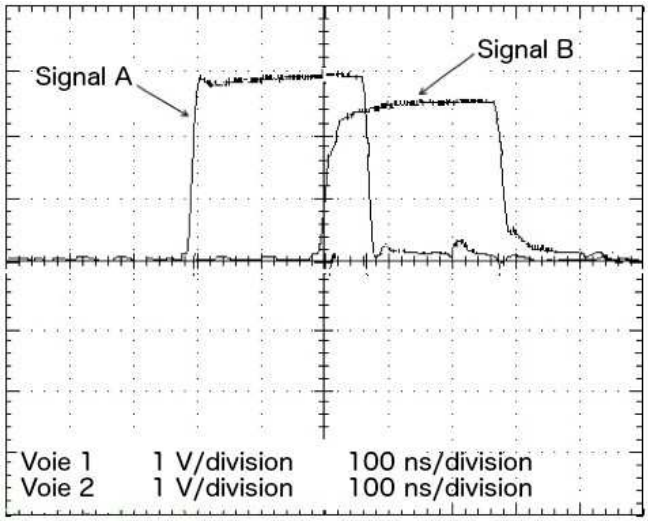


Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

1.1 Dans l'expérience précédente, identifier l'émetteur, le canal de transmission, le type de transmission et le récepteur.

On obtient l'oscillogramme ci-contre.



1.2 Identifier à partir de l'oscillogramme ci-contre, le signal correspondant à la tension d'entrée du câble et celui correspondant à la tension de sortie. Justifier la réponse.

1.3 Déterminer la durée de propagation τ du signal dans le câble.

1.4 On estime que la lecture sur l'oscillogramme s'effectue avec une incertitude absolue correspondant à la plus petite graduation. En déduire l'incertitude U(τ) sur la détermination de la durée de propagation.

1.5 Calculer la vitesse de propagation *v* du signal dans ce câble.

1.6 La relation permettant de calculer l'incertitude *U(v)* sur la vitesse est : $U(v) = v \cdot \sqrt{\left(\frac{U(\ell)}{\ell}\right)^2 + \left(\frac{U(\tau)}{\tau}\right)^2}$ où *U(ℓ)* représente l'incertitude sur la valeur de ℓ.

Montrer que l'une des incertitudes relatives $\frac{U(\ell)}{\ell}$ ou $\frac{U(\tau)}{\tau}$ peut être négligée. Déterminer alors un encadrement de la vitesse *v*.

1.7 La vitesse théorique de propagation d'un signal le long d'un câble coaxial peut être calculée à l'aide de la relation suivante : $v_{th} = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon_R}}$.

Dans cette relation, $c = 3{,}00 \times 10^8$ m.s^{-1} est la célérité des ondes électromagnétiques dans le vide et ε_R une grandeur appelée permittivité diélectrique relative de l'isolant situé dans le câble coaxial. Pour le câble utilisé dans cette expérience, $\varepsilon_R = 2{,}1$. Calculer v_{th}.

1.8 La valeur de la vitesse expérimentale est-elle acceptable ? Justifier à l'aide des réponses précédentes.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 12 / 15
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

2. Affaiblissement du signal

Lors de la transmission, le signal subit un affaiblissement qui est évalué par le coefficient d'atténuation linéique α de la transmission.

$$\alpha = \frac{20}{\ell}.\log\left(\frac{U_e}{U_s}\right)$$ avec :

- α en dB.m^{-1} ;
- ℓ : longueur du câble en m ;
- U_e : amplitude de la tension à l'entrée du câble en volt ;
- U_s : amplitude de la tension à la sortie du câble en volt.

Référence des câbles	Coefficient d'atténuation (en dB.m^{-1})
RG-174/U	$8{,}0\times10^{-2}$
RG-188A/U	$4{,}0\times10^{-2}$
RG-58C/U	$2{,}3\times10^{-2}$
RG-59/BU	$1{,}4\times10^{-2}$

Parmi les câbles référencés, proposer un câble compatible avec les résultats de l'expérience. Étant donné la précision sur les mesures, que peut-on dire de cette méthode ?

Partie B : réception du signal

Un microphone est un dispositif permettant de convertir une onde sonore en signal électrique. Un système d'acquisition muni d'un convertisseur 12 bits, relié à un ordinateur, permet de prélever la tension aux bornes du microphone.
L'acquisition a été réalisée sur le calibre -0,5V/+0,5V. Elle a duré 30 ms avec 2000 points de mesure.

Sur l'**ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE**, on a représenté le signal analogique à la sortie du microphone entre 0 et 225 µs. Le signal est appliqué à l'entrée du convertisseur.

Le pas d'un convertisseur (plus petite variation de tension que le convertisseur puisse mesurer) se calcule à l'aide de la relation $p = \frac{\Delta U}{2^n}$ avec :

- $\Delta U = U_{max} - U_{min}$ la plage de mesures ;
- n le nombre de bits du convertisseur.

La fréquence d'échantillonnage est le nombre de mesures effectuées par seconde.

1. Calculer le pas du convertisseur.

2. Calculer la fréquence d'échantillonnage puis en déduire la période d'échantillonnage T_e.

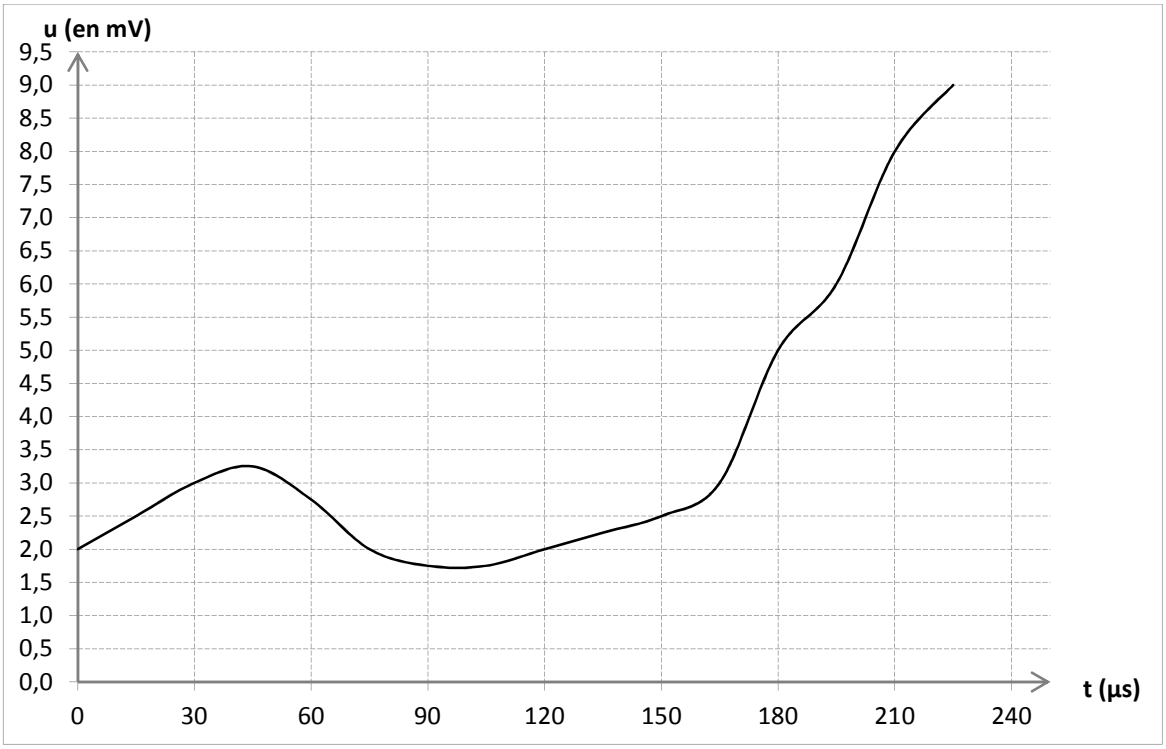
3. Représenter sur la courbe donnée en **ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE**, toutes les valeurs du signal après échantillonnage entre les dates t = 0 µs et t = 60 µs. Pour simplifier, on prendra un pas de 0,25 mV.

4. Proposer une amélioration, avec le même matériel, pour obtenir un signal échantillonné de meilleure qualité.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 13 / 15
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

EXERCICE 3. PARTIE B, question 3



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Modèle CMEN-DOC v2 A4 ©NEOPTEC

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

Prénom(s) :

Numéro Inscription :

Né(e) le : / /

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)