



MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION
NATIONALE

EFE MPC 2

SESSION 2019

CAPLP
CONCOURS EXTERNE et CAFEP
3^{ème} CONCOURS

SECTION MATHÉMATIQUES – PHYSIQUE-CHIMIE

ÉPREUVE ÉCRITE SUR DOSSIER DE PHYSIQUE-CHIMIE

Durée : 4 heures

Calculatrice électronique de poche - y compris calculatrice programmable, alphanumérique ou à écran graphique – à fonctionnement autonome, non imprimante, autorisée conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999.

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout autre matériel électronique est rigoureusement interdit.

Si vous repérez ce qui vous semble être une erreur d'énoncé, vous devez le signaler très lisiblement sur votre copie, en proposer la correction et poursuivre l'épreuve en conséquence. De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, vous devez la (ou les) mentionner explicitement.

NB : Conformément au principe d'anonymat, votre copie ne doit comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé consiste notamment en la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de la signer ou de l'identifier.

Tournez la page S.V.P.

A

INFORMATION AUX CANDIDATS

Vous trouverez ci-après les codes nécessaires vous permettant de compléter les rubriques figurant en en-tête de votre copie.

Ces codes doivent être reportés sur chacune des copies que vous remettrez.

► **Concours externe du CAPLP de l'enseignement public :**

Concours	Section/option	Epreuve	Matière
E F E	1 3 1 5 J	1 0 2	0 7 2 5

► **Concours externe du CAFEP/CAPLP de l'enseignement privé :**

Concours	Section/option	Epreuve	Matière
E F F	1 3 1 5 J	1 0 2	0 7 2 5

► **3^{ème} Concours du CAPLP :**

Concours	Section/option	Epreuve	Matière
E F V	1 3 1 5 J	1 0 1	0 7 2 5

Thème d'étude : physique, chimie et médecine**PRÉSENTATION DU SUJET****Contexte pédagogique du sujet**

Les enseignants intervenant en sciences et dans le domaine professionnel des sections de baccalauréat professionnel « Bio-industries de transformation » et « Accompagnement, soins et services à la personne » ont choisi de s'appuyer sur le thème de la médecine et de s'intéresser plus particulièrement aux médicaments et aux techniques d'analyse médicale. Ce travail s'inscrit dans le cadre d'un projet pédagogique global sur les trois années de formation et prend appui sur les enseignements disciplinaires, les enseignements généraux liés à la spécialité (EGLS) et le dispositif d'accompagnement personnalisé (AP). Les enseignants à l'initiative de ce projet ont notamment envisagé et programmé, tout au long du cursus de formation, une organisation pédagogique autour de ce thème d'étude permettant de proposer aux élèves des interventions disciplinaires alignées, tout autant que des activités d'accompagnement à la poursuite d'études vers une section de techniciens supérieurs (STS) pour un groupe identifié d'élèves.

Structure du sujet

Le sujet est structuré autour d'un « Dossier documentaire » et d'un « Travail à réaliser par le candidat », adaptés à l'enseignement de la physique-chimie en lycée professionnel. Il permet au candidat :

- de montrer sa maîtrise d'un corpus de savoirs disciplinaires et didactiques ;
- de mobiliser ses savoirs dans le but de présenter, analyser et critiquer des solutions pédagogiques répondant à des situations données ;
- de montrer ses capacités à s'approprier et analyser les informations fournies ;
- de montrer sa capacité à communiquer par écrit de manière précise et adaptée, tant dans l'utilisation de la langue française que dans l'utilisation du langage scientifique (utilisation d'un vocabulaire précis et adapté, maîtrise de l'écriture des résultats numériques).

Dossier documentaire

Il est organisé autour de trois « collections » de documents :

- **collection 1** : documentation technique liée au thème du sujet (pages 2 à 10) ;
- **collection 2** : textes réglementaires et officiels (pages 11 à 14) ;
- **collection 3** : documents supports à l'enseignement (pages 15 à 17).

Travail à réaliser par le candidat (pages 18 à 22)

Structuré en différentes parties et sous-parties indépendantes les unes des autres, il s'appuie sur un questionnement permettant au candidat de mobiliser des savoirs disciplinaires et didactiques. Les références au « Dossier documentaire » peuvent être précisées ou non dans le questionnement. Le cas échéant, le candidat indique dans ses réponses les références des documents sur lesquels il s'appuie. Il est à noter que certains documents ne sont pas nécessairement utiles pour répondre aux questions mais sont là pour simple information.

Documents-réponses (pages 23 à 25)

Le candidat rend, avec son ensemble de copies, les documents-réponses présents en fin de sujet.

DOSSIER DOCUMENTAIRE
Collection 1 – Documentation technique

Document 1 - Production de médicaments (pour information).

Les différentes origines de production des médicaments.

Origine naturelle : végétale, biologique, microbiologique.

Origine biotechnologique :

- hémisynthèse : synthèse chimique à partir d'une molécule naturelle ;
- synthétique : synthèse chimique totale à partir de molécules organiques industrielles.

Origine des nouveaux médicaments de 1988 à 2018, en moyenne.

- produits synthétiques avec pharmacophore (partie pharmacologiquement active d'une molécule) naturel : 29 % ;
- produits naturels non modifiés : 6 % ;
- produits naturels modifiés par hémisynthèse : 28 % ;
- produits entièrement synthétiques : 37 % ;

Les médicaments synthétiques ou hémisynthétiques composent ainsi la majeure partie des médicaments actuels. Seulement 6 % des nouveaux médicaments produits ces trente dernières années sont des produits naturels non modifiés, mais en réalité, si l'on inclut ceux modifiés par hémisynthèse, on arrive à 34 % de molécules d'origine naturelle. Les molécules naturelles sont donc peu utilisées directement, mais plutôt après modification.

Document 2 - Histoire de l'aspirine (pour information).

L'histoire de l'aspirine commence plus de deux mille ans avant la découverte de l'acide acétylsalicylique qui est son principe actif. Dans l'Antiquité, les thérapeutes grecs avaient observé que les décoctions de certaines plantes pouvaient atténuer les douleurs. C'est ainsi qu'Hippocrate, aux environs de l'an 400 av. J.C., recommandait une tisane de feuilles de saule pour soulager les douleurs.

En 1825, Francesco Fontana, un pharmacien qui vivait près de Vérone, isola une substance active du saule blanc qu'il appela « salicine ». Quelques années plus tard, c'est un chimiste napolitain, Raffaele Piria, qui synthétisa l'acide salicylique à partir de la salicine. En 1874 un médecin anglais, Thomas Mac Lagan, proposa un remède pour soigner le rhumatisme articulaire aigu à l'aide de la salicine. Il mena des essais cliniques sur des malades et les résultats furent au-delà de ce qu'il espérait. Mac Lagan venait de mettre en évidence les effets antipyrétiques, analgésiques et anti-inflammatoires de la salicine. Mais l'emploi de cette dernière était limité par son goût et surtout ses effets secondaires non négligeables (gastralgies en particulier).

La solution future aux problèmes de tolérance fut découverte sans le savoir par un jeune chimiste français, Charles Frédéric Gehrhardt, qui observa en 1853 que l'acétylation de l'acide salicylique produisait un composé nouveau, l'acide acétylsalicylique, mais le procédé pour l'obtenir était long et complexe et le chercheur décida de remiser ce produit pour des études ultérieures. Sa mort prématurée trois ans plus tard mit fin à ses recherches et sa découverte resta inexploitée. Quarante ans plus tard un chimiste allemand, Felix Hoffman s'intéressa aux propriétés de l'acide salicylique. Il étudia les expériences de Gehrhardt et développa de nouvelles voies de synthèse de l'acide acétylsalicylique. Il montra que le nouveau composé conservait les mêmes propriétés thérapeutiques que l'acide salicylique mais sans en avoir les effets secondaires. Il chercha un nom commercial, voulant rappeler l'extraction de l'acide salicylique à partir de plantes du genre *spiroea*. Il conserva la syllabe « spir », plaça le préfixe « a » pour rappeler le processus d'acétylation, ajoutant la désinence in, il aboutit à « aspirine ». C'était en 1899, l'âge de l'aspirine venait de commencer.

La firme Bayer entreprit la fabrication industrielle de l'aspirine et le nom d'« aspirine » devint alors une marque déposée. La firme Bayer garda le monopole de sa fabrication jusqu'à la fin de la première guerre mondiale.

À la suite du traité de Versailles de 1919 la marque « aspirine » est tombée dans le domaine public en France, en Angleterre et aux États-Unis.

Document 3 - Données physico-chimiques ; risques et sécurité.

Anhydride éthanique :

Liquide incolore d'odeur piquante.

Température d'ébullition (sous $p = 1,013$ bar) : $139,8$ °C.

Température de fusion (sous $p = 1,013$ bar) : $-73,1$ °C.

Soluble dans l'eau et l'éthanol.

Masse molaire : $102,1$ g.mol⁻¹.

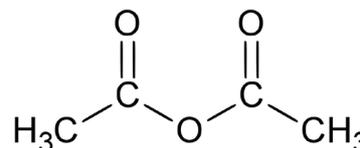
Densité : 1,082.

Indice de réfraction : $n_D^{20} = 1,390$.

Hydrolyse en présence d'humidité (bien refermer le flacon).

Vapeurs irritantes pour les muqueuses oculaires et respiratoires. En cas d'inhalation, faire respirer de l'air frais. En cas de contact avec les yeux, laver abondamment à l'eau. En cas d'ingestion faire boire beaucoup d'eau.

Produit inflammable. En cas d'incendie, extinction à la poudre (n'utiliser ni eau, ni mousse carbonique).



Acide salicylique :

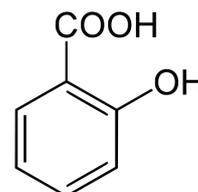
Solide blanc.

Température de fusion (sous $p = 1,013$ bar) : $159,0$ °C.

Peu soluble dans l'eau à froid, soluble à chaud, très soluble dans l'alcool et l'éther (éthoxyéthane).

Poudre irritante pour les muqueuses oculaires et respiratoires pouvant provoquer des lésions oculaires. En cas d'inhalation, faire respirer de l'air frais. En cas de contact avec les yeux laver abondamment à l'eau, paupières écartées. En cas d'ingestion faire boire beaucoup d'eau et provoquer le vomissement.

Masse molaire : $138,1$ g.mol⁻¹.



Aspirine :

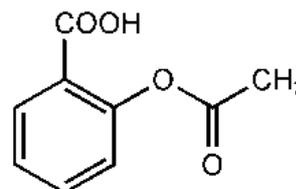
Solide blanc.

Solubilité dans eau à 25 °C : $4,60$ g.L⁻¹.

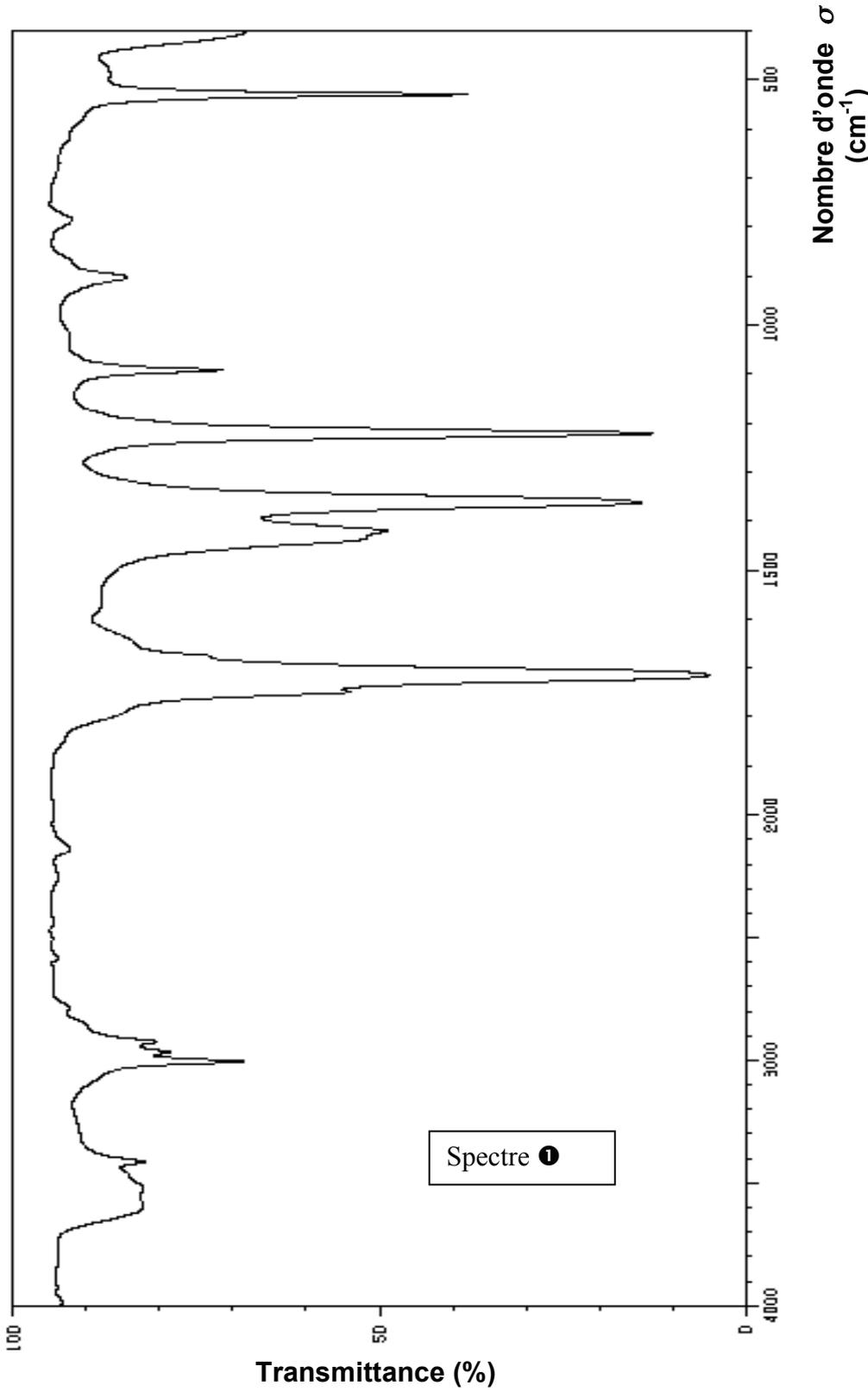
Décomposition à la chaleur (à partir de 128 °C, sous $p = 1,013$ bar). Il est pour cette raison impossible de prendre un point de fusion (aux alentours de 135 °C, sous $p = 1,013$ bar).

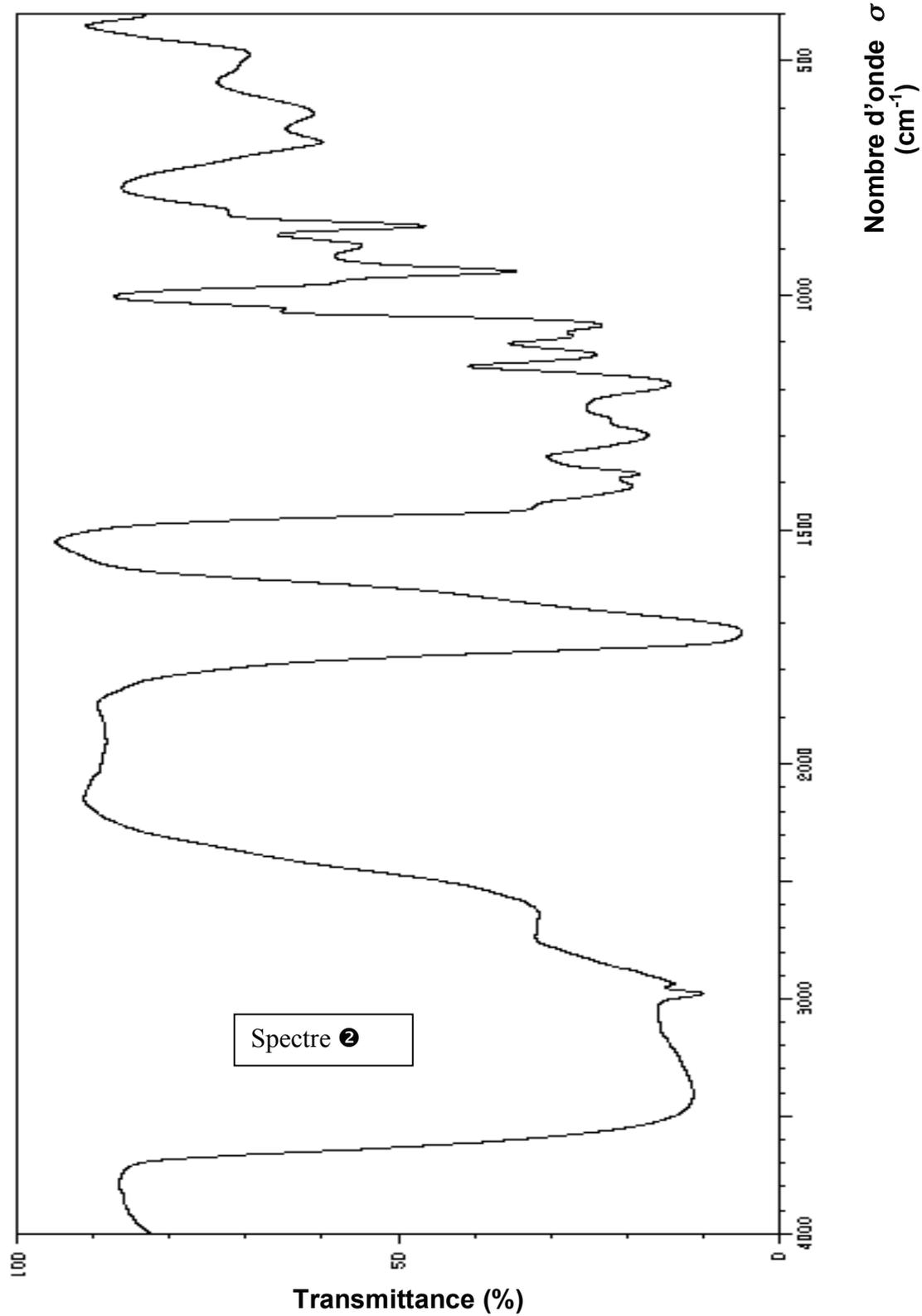
Très soluble dans l'éthanol à 25 °C.

Masse molaire : $180,2$ g.mol⁻¹.



Document 4 - Spectres infrarouge de la propanone et de l'acide 3-hydroxybutanoïque.





Document 5 - Bandes d'absorption de quelques liaisons en infrarouge.

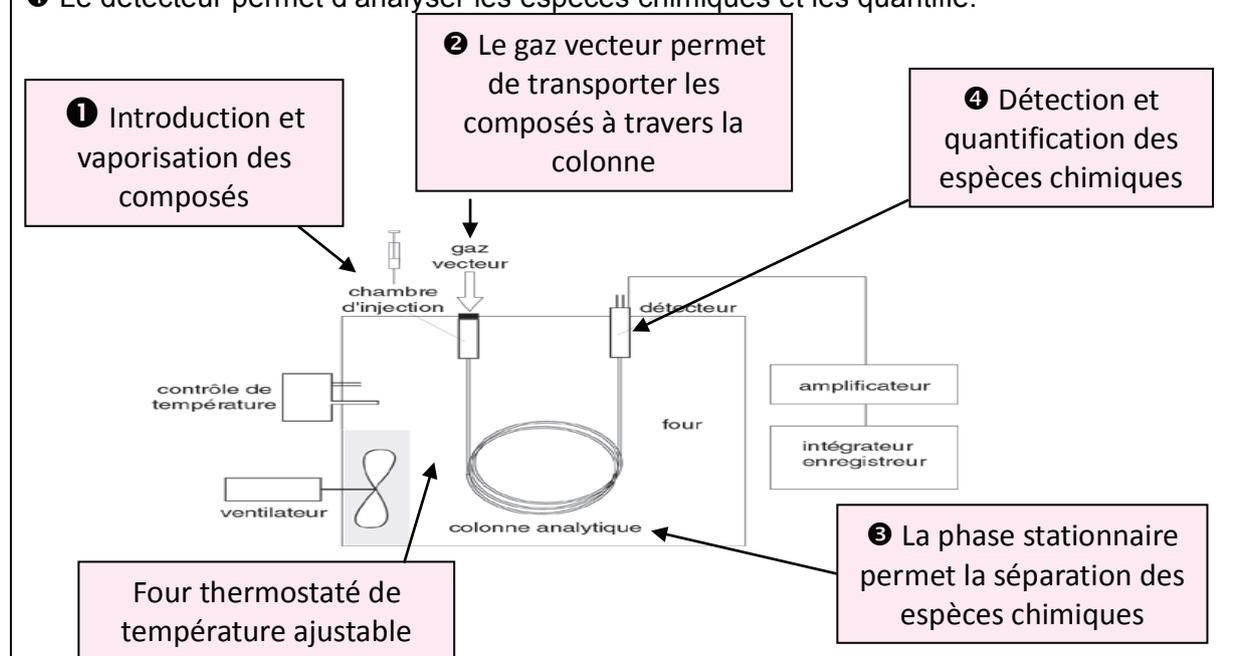
Liaison	Nombre d'onde (cm ⁻¹)	Largeur de la bande	Intensité d'absorption
C = O	1700 – 1800	FINE	FORTE
O – H (acide carboxylique)	2500 - 3200	LARGE	FORTE
O – H (alcool)	3200 - 3700	LARGE	FORTE
C - H	2900 - 3100		MOYENNE

Document 6 - Principe de la chromatographie en phase gazeuse avec une colonne polaire et une température de four supérieure aux températures d'ébullition des espèces chimiques contenues dans l'échantillon.

En chromatographie en phase gazeuse, deux phases interviennent :
 - une phase mobile gazeuse inerte chimiquement (gaz vecteur) ;
 - une phase stationnaire fixe polaire, localisée dans une colonne de chromatographie.

Principe :

- ❶ Un échantillon contenant plusieurs espèces chimiques est injecté dans un four. Il y a vaporisation de tous les composés présents dans l'échantillon.
- ❷ La phase mobile (gaz vecteur inerte chimiquement) véhicule toutes les espèces chimiques vaporisées et les entraîne jusqu'à la colonne de chromatographie.
- ❸ Suivant l'affinité de la phase stationnaire polaire avec les espèces chimiques, ces dernières sont plus ou moins retenues et sortent de la colonne à des moments différents. Plus l'espèce chimique est polaire et capable de créer des liaisons hydrogène, plus elle est retenue dans la colonne.
- ❹ Le détecteur permet d'analyser les espèces chimiques et les quantifie.



Document 7 - La fibroscopie (pour information).

La fibroscopie est un examen médical permettant de visualiser l'intérieur du corps (par exemple la trachée, les bronches, l'estomac, l'œsophage...). Lors de l'examen, un tube souple très fin est introduit par les voies naturelles. Ce tube est constitué de deux faisceaux de fibres optiques :

- le premier permet d'amener la lumière d'une source lumineuse annexe jusqu'à la cavité à explorer ;
- le deuxième ramène jusqu'à un système optique extérieur les images de la cavité (le médecin peut y placer son œil mais il est également possible d'y adapter une caméra).

Différents dispositifs peuvent être ajoutés, par exemple pour laver la cavité ou aspirer des sécrétions. Dans certains cas, une troisième fibre optique est utilisée pour amener la lumière d'un laser qui permet la destruction ou la cautérisation de tissus malades.



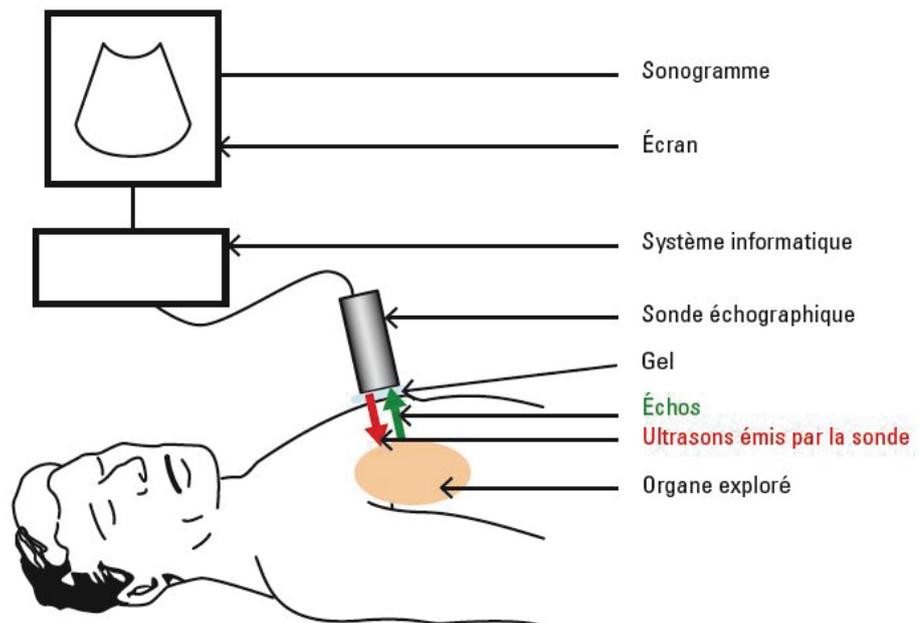
Document 8 - Principe de l'échographie.

En 1951, deux britanniques, un médecin (J.J. Wild) et un électronicien (J. Reid), mettent au point le premier échographe, destiné à détecter les sous-marins. Mais, très vite, son utilisation va s'étendre au milieu médical, notamment pour déceler des tumeurs cérébrales ou dans le domaine de l'obstétrique.

La sonde est constituée d'une céramique piézoélectrique qui, soumise à des impulsions électriques, génère des ultrasons qui vont pénétrer les différents tissus du corps humain. Les échos sont captés par cette même sonde qui joue alors le rôle de récepteur.

Comme les ondes lumineuses, les ultrasons peuvent être réfléchis, réfractés, absorbés ou diffractés ; ils se propagent dans le corps humain avec une vitesse variant entre $1,4 \times 10^3$ m/s et $1,6 \times 10^3$ m/s suivant le milieu de propagation (tissus, graisse, os...).

Pour obtenir une image, l'échographe émet une salve d'ultrasons, puis enregistre les échos réfléchis. Ceci permet de déterminer la durée séparant l'émission et la réception de chaque écho, et ainsi en déduire les distances grâce à la connaissance de la vitesse de propagation des ultrasons dans le milieu considéré.



Document 9 - Impédance acoustique.

À chaque milieu est associée une impédance acoustique qui caractérise la résistance de ce milieu au passage du son. Dans le cas général, elle correspond au rapport entre la pression acoustique en un point donné et la vitesse particulière. Dans le cas d'une onde plane progressive, il est possible d'estimer la valeur de l'impédance acoustique caractéristique du milieu Z (en $\text{kg.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) par la formule :

$$Z = \rho c$$

où ρ est la masse volumique du milieu (en kg.m^{-3}) et c la célérité du son dans le milieu (en m.s^{-1}).

Milieu	Masse volumique	Célérité du son dans le milieu
Air	$1,3 \text{ kg.m}^{-3}$	$3,4 \times 10^2 \text{ m.s}^{-1}$
Eau	$1,0 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$	$1,5 \times 10^3 \text{ m.s}^{-1}$
Os	$1,3 \times 10^3$ à $1,9 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$	$1,5 \times 10^3$ à $4,0 \times 10^3 \text{ m.s}^{-1}$
Graisse	$9,0 \times 10^2 \text{ kg.m}^{-3}$	$1,4 \times 10^3 \text{ m.s}^{-1}$
Peau	$1,0 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$	$1,6 \times 10^3 \text{ m.s}^{-1}$

Une interface acoustique est définie comme étant la surface de séparation entre deux milieux d'impédances acoustiques Z différentes.

Lorsqu'une onde passe d'un milieu à un autre, une partie de l'énergie incidente est transmise et l'autre est réfléchi au niveau de l'interface séparant ces deux milieux. La transmission est directement liée aux impédances acoustiques des milieux traversés.

Le coefficient de transmission en énergie pour le passage du son d'un milieu d'impédance Z_1 vers un milieu d'impédance Z_2 , en incidence quasi-normale, est donné par l'expression :

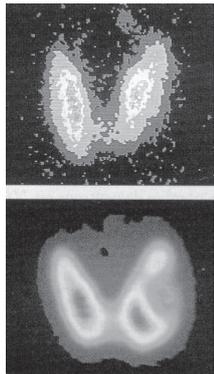
$$T = \frac{4 Z_1 Z_2}{(Z_1 + Z_2)^2}$$

On donne la composition d'un gel échographique : eau (99 %), triéthanolamine, carbomer, glycol de polyène, alcool benzylique, méthylchloroisothiazolinone, méthylisothiazolinone, CI 42090, parfum.

Document 10 - La scintigraphie.

La scintigraphie est une technique d'exploration du corps humain qui permet de diagnostiquer des maladies. Elle consiste à injecter au patient un produit repérable car radioactif, qui va se fixer de façon passagère sur certains tissus ou organes. Le produit radioactif est choisi en fonction de l'organe que l'on souhaite étudier (poumons, os, thyroïde, cœur...). Une cartographie de l'organe est ensuite constituée à l'aide d'une caméra spéciale, appelée « gamma-caméra », qui détecte les photons gamma émis.

Dans le cas d'une scintigraphie thyroïdienne, l'iode injecté se fixe sélectivement sur cette glande. On effectue ainsi des scintigraphies qui permettent d'observer l'activité de la thyroïde et la présence d'éventuelles anomalies comme des nodules chauds.



En haut, une glande thyroïde normale avec une répartition homogène du traceur iode 131.

En bas, une anomalie de la glande due à un goitre.

L'iode 131, radioactif β^- , a une demi-vie $t_{1/2} = 8,02$ jours.

Extrait de la classification périodique des éléments :

50 118.71 Sn ETAIN	51 121.76 Sb ANTIMOINE	52 127.60 Te TELLURE	53 126.90 I IODE	54 131.29 Xe XÉNON
---------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------	---------------------------------

Masse de certains noyaux et particules :

$$m({}_{53}^{131}\text{I}) = 130,906114 \text{ u} ;$$

$$m(\beta^-) = 0,000549 \text{ u} ;$$

$$m({}_{54}^{131}\text{Xe}) = 130,905072 \text{ u} ;$$

$$m({}_{53}^{123}\text{I}) = 122,905589 \text{ u}.$$

Unité de masse atomique : $1 \text{ u} = 1,6605 \times 10^{-27} \text{ kg}$.

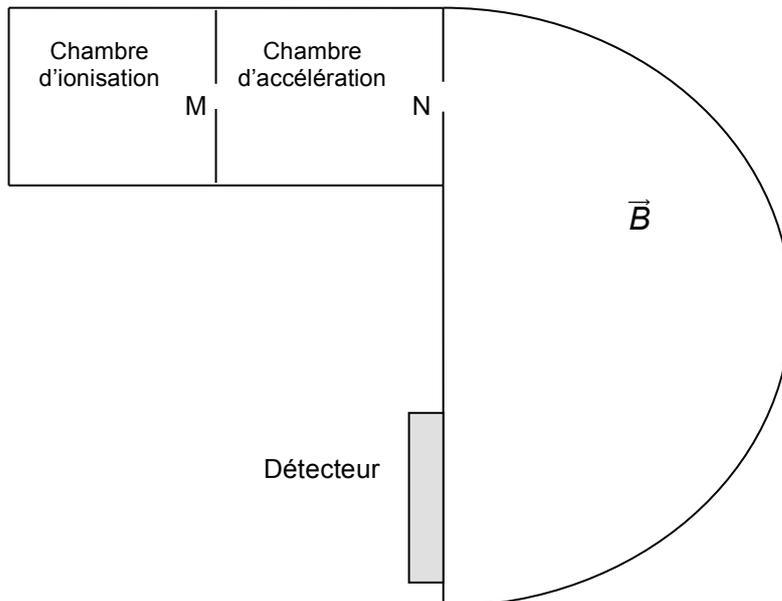
Célérité de la lumière : $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

Charge élémentaire : $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$

Constante de Planck : $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$.

Document 11 - Spectromètre de masse.

Schéma du dispositif :



La chambre d'ionisation permet d'obtenir les ions $^{131}\text{I}^-$ et $^{123}\text{I}^-$. Ces ions entrent dans la chambre d'accélération avec une vitesse initiale quasi nulle ; ils y sont soumis à une tension longitudinale $U = |U_{MN}| = 5,0 \times 10^3 \text{ V}$. Ils pénètrent enfin dans une zone où règne un champ magnétique uniforme \vec{B} perpendiculaire au plan de la figure, puis atteignent le détecteur.

DOSSIER DOCUMENTAIRE

Collection 2 – Textes réglementaires et officiels

Document 12 - Extraits du bulletin officiel spécial n°2 du 19 février 2009 (programmes d'enseignement de mathématiques et de sciences physiques et chimiques pour les classes préparatoires au baccalauréat professionnel).

HS 5	2. Comment peut-on aromatiser un laitage, un yaourt ?		
Capacités	Connaissances	Exemples d'activités	
<p>Reconnaître, dans la formule d'une espèce chimique organique, les groupes caractéristiques : – OH, – CO₂H, – CO₂R.</p> <p>Écrire l'équation des réactions d'estérification.</p> <p>Retrouver, à partir de la formule semi-développée d'un ester, les formules semi développées de l'acide carboxylique et de l'alcool correspondants.</p> <p>Écrire les formules brutes, semi développées et développées de ces composés.</p> <p>Nommer les esters comportant cinq atomes de carbone au maximum.</p>	<p>Savoir identifier et nommer les symboles de danger figurant sur les emballages de produits.</p> <p>Savoir que les réactifs d'une réaction d'estérification sont un acide carboxylique et un alcool.</p>	<p>Réalisation de la synthèse d'arôme en respectant les règles de sécurité (exemple : arôme de synthèse à la banane (éthanoate d'isoamyle ou éthanoate de 3 méthyl butyle)).</p>	

HS 6	QUELS SONT LE RÔLE ET LES EFFETS D'UN DÉTERGENT ?	Cycle terminal Spécialité	
1. Comment fabrique-t-on un détergent ?			
Capacités	Connaissances	Exemples d'activités	
<p>Reconnaître dans la formule d'une espèce chimique organique les groupes caractéristiques : – OH, – CO₂H, – CO₂R.</p> <p>Écrire les formules brutes, semi développées et développées de ces composés.</p> <p>Écrire l'équation d'une réaction d'hydrolyse, de la réaction de saponification des esters gras.</p>	<p>Savoir identifier et nommer les symboles de danger figurant sur les emballages de produits.</p> <p>Savoir que :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les réactifs d'une réaction d'estérification sont un acide carboxylique et un alcool ; - les réactions d'estérification et d'hydrolyse sont inverses l'une de l'autre. 	<p>Activité documentaire sur l'histoire de l'industrie des détergents et du savon.</p> <p>Etude du procédé de fabrication d'une lessive ou d'un savon.</p> <p>Réalisation d'une saponification en respectant les règles de sécurité.</p>	

4. Comment peut-on parfumer un détergent ?		
Capacités	Connaissances	Exemples d'activités
<p>Reconnaître, dans la formule d'une espèce chimique organique, les groupes caractéristiques : – OH, – CO₂H, – CO₂R.</p> <p>Ecrire l'équation d'une réaction d'estérification.</p> <p>Retrouver, à partir de la formule semi-développée d'un ester, les formules semi développées de l'acide carboxylique et de l'alcool correspondants.</p> <p>Ecrire les formules brutes, semi développées et développées de ces composés.</p> <p>Nommer les esters comportant cinq atomes de carbone au maximum.</p> <p>Ecrire l'équation d'une réaction d'estérification.</p>	<p>Savoir identifier et nommer les symboles de danger figurant sur les emballages de produits.</p> <p>Savoir que :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les réactifs d'une réaction d'estérification sont un acide carboxylique et un alcool ; - les réactions d'estérification et d'hydrolyse sont inverses l'une de l'autre. 	<p>Réalisation de réactions d'estérification et d'hydrolyse.</p>

SL 1	COMMENT DEVIER LA LUMIERE ?	Cycle terminal Tronc commun
-------------	------------------------------------	--

1. Quel est le comportement de la lumière traversant des milieux transparents de natures différentes ?		
Capacités	Connaissances	Exemples d'activités
<p>Vérifier expérimentalement les lois de la réflexion et de la réfraction.</p> <p>Déterminer expérimentalement l'angle limite de réfraction et vérifier expérimentalement la réflexion totale.</p> <p>Déterminer expérimentalement la déviation d'un rayon lumineux traversant une lame à face parallèle et un prisme.</p>	<p>Connaître les lois de la réflexion et de la réfraction.</p> <p>Savoir que la réfringence d'un milieu est liée à la valeur de son indice de réfraction.</p> <p>Connaître les conditions d'existence de l'angle limite de réfraction et du phénomène de réflexion totale.</p>	<p>Description, à l'aide du tracé des rayons, du parcours de la lumière dans une lame à faces parallèles, dans un prisme...</p> <p>Détermination expérimentale de l'indice de réfraction d'une substance à partir de l'angle limite de réfraction.</p> <p>Recherche historique sur Descartes.</p>

2. Comment une fibre optique guide-t-elle la lumière ?		
Capacités	Connaissances	Exemples d'activités
<p>Etudier expérimentalement les conditions de propagation d'un rayon lumineux dans une fibre optique.</p> <p>Décrire, à l'aide d'un schéma, le chemin de la lumière dans une fibre optique.</p>	<p>Associer phénomène de réflexion totale et fonctionnement d'une fibre optique.</p> <p>Distinguer fibres optiques à saut d'indice et à gradient d'indice.</p>	<p>Recherche documentaire sur l'application des fibres optiques.</p> <p>Réalisation d'une fontaine lumineuse.</p> <p>Utilisation de la relation $\sin \alpha < \sqrt{n_c^2 - n_g^2}$ pour déterminer « l'ouverture numérique d'une fibre ».</p>

SL 2	COMMENT UN SON SE PROPAGE-T-IL ?		Cycle terminal Tronc commun
Capacités	Connaissances	Exemples d'activités	
<p>Mettre en évidence expérimentalement que la propagation d'un son nécessite un milieu matériel.</p> <p>Mesurer la vitesse de propagation d'un son dans l'air.</p> <p>Déterminer expérimentalement la longueur d'onde d'un son en fonction de sa fréquence.</p> <p>Utiliser la relation : $\lambda = v.T$</p> <p>Etablir expérimentalement la loi de la réflexion d'une onde sonore.</p>	<p>Savoir que la propagation d'un son nécessite un milieu matériel.</p> <p>Savoir que la vitesse du son dépend du milieu de propagation.</p> <p>Connaître la relation entre la longueur d'onde d'un son, sa vitesse de propagation et sa période :</p> $\lambda = v.T$	<p>Expérience de la sonnette sous une cloche à vide.</p> <p>Comparaison de la vitesse du son dans différents milieux (air, eau, acier...).</p> <p>Utilisation d'un banc à ultrasons.</p> <p>Observation de l'atténuation d'un son en fonction de la distance.</p>	

Document 13 - Grille nationale d'évaluation.

**GRILLE NATIONALE D'ÉVALUATION
EN MATHÉMATIQUES ET
EN SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES**

NOM et Prénom :	Diplôme préparé :	Séquence d'évaluation ¹ n°
-----------------	-------------------	---------------------------------------

1. Liste des capacités, connaissances et attitudes évaluées

Capacités	
Connaissances	
Attitudes	

2. Évaluation²

Compétences ³	Capacités	Questions	Appréciation du niveau d'acquisition ⁴
S'approprier	Rechercher, extraire et organiser l'information.		
Analyser Raisonner	Émettre une conjecture, une hypothèse. Proposer une méthode de résolution, un protocole expérimental.		
Réaliser	Choisir une méthode de résolution, un protocole expérimental. Exécuter une méthode de résolution, expérimenter, simuler.		
Valider	Contrôler la vraisemblance d'une conjecture, d'une hypothèse. Critiquer un résultat, argumenter.		
Communiquer	Rendre compte d'une démarche, d'un résultat, à l'oral ou à l'écrit.		
			/ 10

¹ Chaque séquence propose la résolution de problèmes issus du domaine professionnel ou de la vie courante. En mathématiques, elle comporte un ou deux exercices ; la résolution de l'un d'eux nécessite la mise en œuvre de capacités expérimentales.

² Des appels permettent de s'assurer de la compréhension du problème et d'évaluer le degré de maîtrise de capacités expérimentales et la communication orale. Il y en a au maximum 2 en mathématiques et 3 en sciences physiques et chimiques.

En mathématiques : L'évaluation des capacités expérimentales – émettre une conjecture, expérimenter, simuler, contrôler la vraisemblance d'une conjecture – se fait à travers la réalisation de tâches nécessitant l'utilisation des TIC (logiciel avec ordinateur ou calculatrice). Si cette évaluation est réalisée en seconde, première ou terminale professionnelle, 3 points sur 10 y sont consacrés.

En sciences physiques et chimiques : L'évaluation porte nécessairement sur des capacités expérimentales. 3 points sur 10 sont consacrés aux questions faisant appel à la compétence « Communiquer ».

³ L'ordre de présentation ne correspond pas à un ordre de mobilisation des compétences. La compétence « Être autonome, Faire preuve d'initiative » est prise en compte au travers de l'ensemble des travaux réalisés. Les appels sont des moments privilégiés pour en apprécier le degré d'acquisition.

⁴ Le professeur peut utiliser toute forme d'annotation lui permettant d'évaluer l'élève (le candidat) par compétences.

DOSSIER DOCUMENTAIRE

Collection 3 – Documents supports à l'enseignement et productions d'élèves

Document 14 - Mode opératoire pour l'hémisynthèse de l'aspirine et la caractérisation du produit obtenu.

Hémisynthèse

Utiliser de la verrerie bien sèche.

Réaliser le montage à reflux, introduire dans le ballon 5,00 g d'acide salicylique pur.

Ajouter 10,0 mL d'anhydride éthanoïque pur et quelques gouttes d'acide sulfurique concentré. Agiter à la main (le mélange doit être bien homogène).

Adapter un réfrigérant.

Chauffer pendant environ 15 minutes sans dépasser 60°C (surveiller le thermomètre très régulièrement).

Pendant ce temps, préparer la cuve à chromatographie et certains échantillons à déposer.

Cristallisation de l'acide acétylsalicylique

Retirer le chauffe-ballon, maintenir l'agitation et la circulation d'eau dans le réfrigérant. Verser aussitôt, par petites quantités, par le sommet du réfrigérant, environ 30 mL d'eau froide afin de détruire l'excès d'anhydride éthanoïque par hydrolyse. Enlever le réfrigérant et agiter doucement à la main le ballon, jusqu'à cristallisation commençante.

Ajouter alors 50 mL d'eau glacée et placer le contenu du ballon dans un béccher à bec en verre de 100 mL.

Maintenir dans la glace jusqu'à cristallisation complète.

Filtrer le produit brut sur Büchner. Laver avec un peu d'eau froide.

Sécher dans l'étuve à 80 °C. Peser le produit sec.

Calculer le rendement sur le produit brut.

Deux caractérisations de la pureté du produit obtenu

α) En réalisant un chromatogramme.

Préparation des solutions à déposer sur la plaque de silice (le solvant utilisé ici est l'éthanoate d'éthyle) :

- Acide salicylique pur du commerce : une pointe de spatule dissoute dans 1 mL environ d'éthanoate d'éthyle.

- Produit résultant de la synthèse : une pointe de spatule du produit brut préparé dissoute dans 1 mL environ d'éthanoate d'éthyle.

- Aspirine officinale : écraser dans un mortier un comprimé et dissoudre une petite quantité (une pointe de spatule) dans 1 mL environ d'éthanoate d'éthyle.

Effectuer les dépôts, éluer (l'éluant est préparé en mélangeant 60 mL d'éthanoate d'éthyle, 40 mL de cyclohexane et 10 mL d'acide méthanoïque).

Révéler sous rayonnement ultraviolet.

Calculer les rapports frontaux, R_f , et conclure quant à la pureté du produit préparé.

β) Recherche d'acide salicylique résiduel.

La pureté du produit obtenu peut aussi être testée de la façon suivante : l'aspirine dans une solution de chlorure de fer (III) $FeCl_3$ ne donne aucune coloration, alors que l'acide salicylique dans $FeCl_3$ donne un « ion complexe » de coloration violette.

Appliquer cette méthode pour voir s'il reste ou pas de l'acide salicylique dans votre produit : placer dans un tube à essais 1 mL d'eau + une pointe de spatule d'aspirine + une goutte de chlorure de fer (III) et noter vos observations. Faire de même avec une pointe de spatule d'acide salicylique, puis une pointe de spatule du produit que vous avez fabriqué.

Conclure.

Document 15 - Titrage direct de l'aspirine par pH-métrie.

Composition d'un comprimé d'aspirine du Rhône® :

- acide acétylsalicylique : 500 mg ;
- excipient : amidon de maïs et poudre de cellulose.

On dissout quatre comprimés d'aspirine dans 1,00 L d'eau distillée.

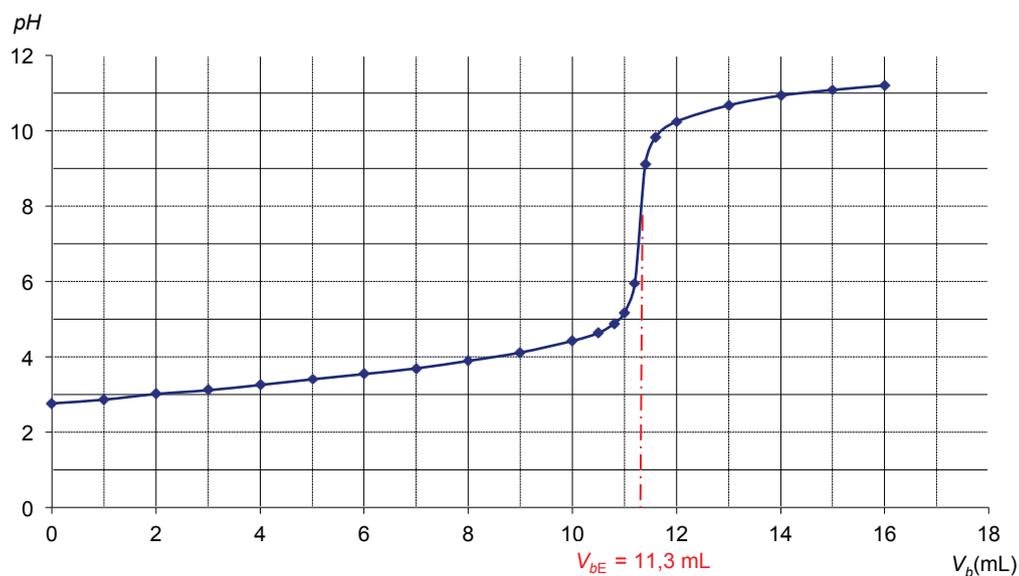
On réalise le titrage acido-basique d'un volume $V_a = 50,0$ mL de la solution ainsi préparée par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration molaire : $c_b = 5,00 \times 10^{-2}$ mol.L⁻¹. Ce titrage est suivi par pH-métrie.

Résultats obtenus :

- pH en fonction du volume V_b de solution d'hydroxyde de sodium versée :

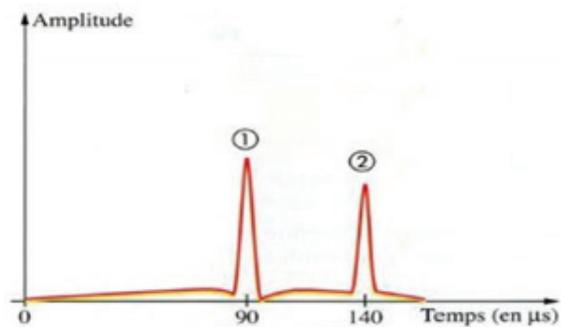
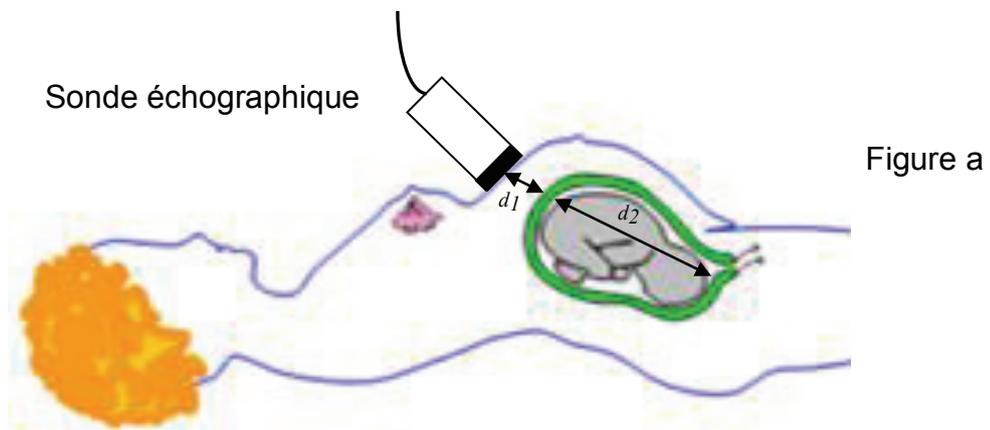
V_b (mL)	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
pH	2,76	2,86	3,01	3,11	3,25	3,40	3,54	3,69	3,89	4,11	4,42
V_b (mL)	10,5	10,8	11,0	11,2	11,4	11,6	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0
pH	4,63	4,88	5,17	5,95	9,11	9,83	10,24	10,67	10,93	11,08	11,20

- courbe de titrage :



Document 16 – Évaluation formative.

L'échographie d'un fœtus (figure a) et le signal issu du capteur (figure b) sont représentés ci-dessous :



Problématique : Quelle est la taille d_2 du fœtus ?

Vous rédigerez un compte rendu détaillé afin de répondre à cette problématique.

TRAVAIL À RÉALISER PAR LE CANDIDAT

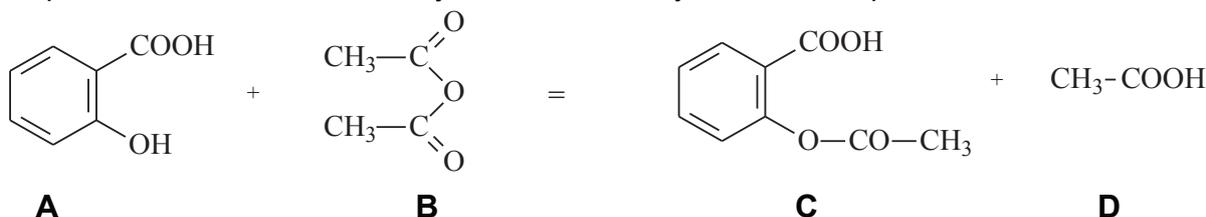
Partie A – Étude d'un médicament : l'aspirine

a. Hémisynthèse de l'aspirine et caractérisation du produit obtenu.

Un professeur de lycée professionnel décide de proposer à certains de ses élèves de terminale « Bio-industries de transformation », dans le cadre d'heures d'accompagnement personnalisé, une activité expérimentale dont le protocole se trouve dans le document 14. On s'appuiera sur ce document et sur le document 3 pour répondre aux quatorze premières questions.

- Justifier le choix de cet enseignant de ne proposer cette activité expérimentale qu'à certains élèves.

L'équation de la réaction mise en jeu lors de l'hémisynthèse de l'aspirine est la suivante :



- Sur le document-réponse 1, légendier le schéma du montage à reflux nécessaire à cette hémisynthèse.
- Nommer les espèces A, B, C et D.
- Sur le document-réponse 2, entourer la fonction ester présente dans la molécule d'acide acétylsalicylique.
- Pourquoi choisit-on d'utiliser de l'anhydride éthanoïque comme réactif plutôt que de l'acide éthanoïque ?
- Montrer que l'anhydride éthanoïque est le réactif introduit en excès et justifier ce choix.
- Déterminer la masse maximale d'aspirine que l'on peut obtenir, en considérant la réaction comme totale.
- Donner, en les justifiant, les règles de sécurité devant être respectées lors de la mise en œuvre du protocole d'hémisynthèse de l'aspirine en classe.
- Écrire l'équation de la réaction d'hydrolyse de l'excès d'anhydride éthanoïque.
- Identifier les espèces chimiques contenues dans le mélange à la fin de l'opération de cristallisation.
- En plus de l'eau, quelle est la principale impureté éliminée par filtration ?
- La masse moyenne d'acide acétylsalicylique obtenu dans la classe est de 4,93 g. En déduire le rendement moyen de la réaction.
- Sur le document-réponse 3, représenter en la justifiant, l'allure du chromatogramme (caractérisation α) du document 14) que les élèves pourraient obtenir.
- Expliquer comment, grâce à l'activité du document 14, l'enseignant pourrait évaluer la compétence « Valider » de la grille nationale d'évaluation.

b. Titration directe de l'aspirine.

Le professeur propose désormais aux mêmes élèves de réaliser le titrage pH-métrique d'une solution aqueuse d'aspirine présenté dans le document 15.

15. Montrer que l'action d'une solution d'hydroxyde de sodium sur l'acide acétylsalicylique peut se modéliser par deux réactions chimiques concurrentes. Écrire les équations de ces deux réactions.
16. Afin de réaliser un titrage acido-basique, il est nécessaire d'empêcher que la réaction d'hydrolyse ait lieu. Indiquer comment procéder.
17. Les résultats du titrage permettent-il de montrer que seule la réaction souhaitée s'est effectivement produite ? Justifier la réponse.

Un élève demande au professeur quel indicateur coloré pourrait être utilisé pour réaliser le titrage colorimétrique de la même solution aqueuse d'acide acétylsalicylique par la même solution d'hydroxyde de sodium. On dispose au laboratoire de deux indicateurs colorés : le bleu de bromothymol et l'hélianthine.

On considère qu'un indicateur coloré convient pour un titrage à 1 % près lorsque 99 % de l'acide à titrer a réagi, alors que seulement 10 % environ de la forme acide de l'indicateur coloré (début de sa zone de virage) a réagi avec le réactif titrant.

Données :

Couple acide/base (HA/A ⁻)	pK _A
C ₈ H ₇ O ₂ CO ₂ H(aq)/C ₈ H ₇ O ₂ COO ⁻ (aq)	3,5
Hin1/In1 ⁻ (bleu de bromothymol)	7,0
Hin2/In2 ⁻ (hélianthine)	3,7

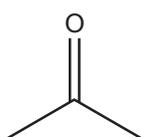
18. Pour l'acide acétylsalicylique et pour les deux indicateurs colorés, exprimer la valeur du rapport $\frac{[A^-]}{[HA] + [A^-]}$ (exprimé en pourcentage) pour un pH égal à 6,0. On donnera les réponses dans le tableau du document-réponse 4.
19. Quel indicateur coloré le professeur doit-il conseiller à l'élève ? Justifier ce choix à l'aide de la question précédente. Quelle règle pratique plus simple le professeur peut-il donner à l'élève à la seule vue de la courbe de titrage ?

Partie B : Analyses médicales.

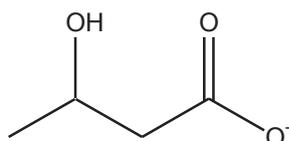
a. Mesure de la cétonémie d'un patient

Pour produire de l'énergie, le corps humain a besoin de combustible. L'organisme peut dégrader des sucres, comme par exemple le glucose. Cependant, il dispose également d'une alternative : la dégradation des graisses. Ces dernières génèrent des composés de faibles masses molaires dont l'acétoacétate, le β-hydroxybutyrate et la propanone (ou acétone). Un excès de ces espèces chimiques dans le sang peut entraîner des complications chez l'homme comme par exemple un coma acido-cétosique.

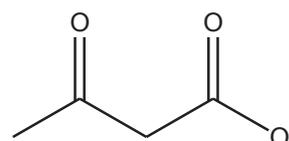
On voit ci-dessous, mais dans le désordre, les formules topologiques de ces trois molécules :



molécule A



molécule B



molécule C

20. Identifier parmi les molécules A, B et C, le β-hydroxybutyrate, l'acétoacétate et la propanone.

Placé en milieu acide à $pH < 4$, le β -hydroxybutyrate donne l'acide 3-hydroxybutanoïque et l'acétoacétate conduit à l'acide 3-oxobutanoïque.

21. Écrire les équations des réactions conduisant aux acides 3-hydroxybutanoïque et 3-oxobutanoïque.

La propanone et l'acide 3-hydroxybutanoïque peuvent être caractérisés en spectroscopie infrarouge. On donne dans le document 4 deux spectres infrarouges correspondant, éventuellement dans le désordre, aux molécules d'acide 3-hydroxybutanoïque et de propanone.

22. Justifier le terme « infrarouges » employé pour qualifier les deux spectres.
23. En s'aidant du document 5, associer les spectres ❶ et ❷ aux molécules de propanone et d'acide 3-hydroxybutanoïque. Justifier la réponse.

Pour quantifier dans le sang la propanone, l'acide 3-oxobutanoïque et l'acide 3-hydroxybutanoïque, la technique de chromatographie en phase gazeuse est utilisée. Cette méthode de séparation et de dosage est décrite dans le document 6.

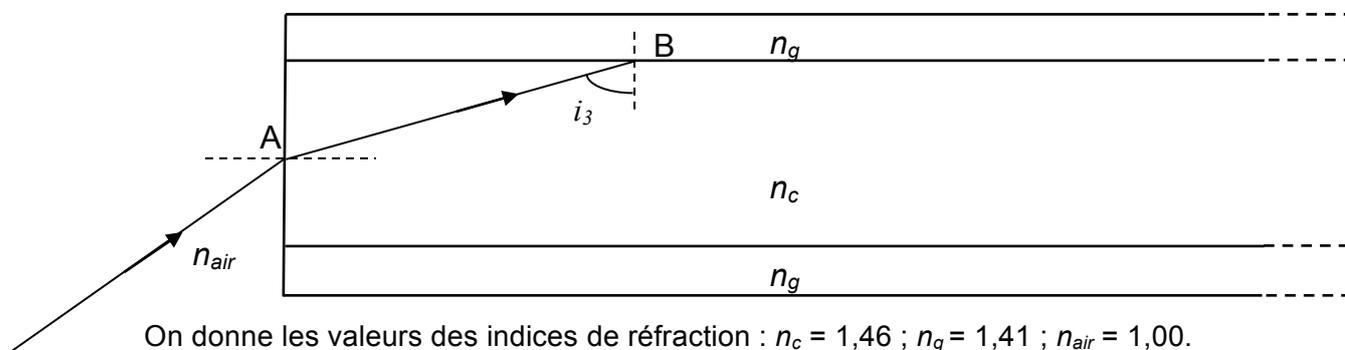
24. En dix lignes maximum, expliquer comment la chromatographie en phase gazeuse permet la séparation des trois espèces chimiques (propanone, acide 3-oxobutanoïque et acide 3-hydroxybutanoïque) du sang et préciser l'ordre de sortie de la colonne de ces trois espèces.

b. La fibroscopie

Professeur de lycée professionnel, vous devez traiter le module SL1 du programme. Dans un premier temps, vous souhaitez proposer à vos élèves de vérifier expérimentalement les lois de la réflexion et de la réfraction puis de déterminer l'angle limite de réfraction.

25. Décrire en une page maximum une activité pédagogique à présenter aux élèves, destinée à vérifier expérimentalement les lois de la réfraction. Votre présentation pourra s'appuyer sur un ou plusieurs schémas. Les compétences mises en jeu au cours de la séquence seront précisées.

Vous illustrez ensuite le phénomène de réflexion totale par l'étude des fibres optiques. Le document 7, décrivant le principe de la fibroscopie, permet de montrer aux élèves une utilisation concrète des fibres optiques. On s'intéresse ici au cas d'une fibre optique à saut d'indice. Celle-ci est constituée d'un cœur d'indice de réfraction n_c et d'une gaine d'indice n_g (vue en coupe longitudinale) :



On donne les valeurs des indices de réfraction : $n_c = 1,46$; $n_g = 1,41$; $n_{air} = 1,00$.

26. Sur le document-réponse 5, représenter l'angle d'incidence, que l'on notera i_1 , du rayon entrant dans la fibre optique.
27. Établir la relation entre i_1 , i_3 , n_c et n_{air}

28. Déterminer la valeur maximale $i_{1\max}$ de i_1 pour qu'il y ait réflexion totale au point B.
29. On définit l'ouverture numérique de la fibre optique par $ON = \sin i_{1\max}$. Montrer que
- $$ON = \frac{1}{n_{\text{air}}} \sqrt{n_c^2 - n_g^2}. \text{ Donner sa valeur numérique.}$$
30. Quel peut être l'intérêt d'avoir une grande ouverture numérique ?
31. Sur le document-réponse 5, représenter la suite du trajet du rayon lumineux à partir du point B.

Le document 7 évoque la possibilité d'utiliser la lumière d'un laser pour détruire ou cautériser des tissus malades.

32. Expliquer en dix lignes maximum, éventuellement à l'aide de schémas, le principe du laser et donner les principales propriétés de son faisceau.

c. L'échographie

Dans le cadre du module SL2 : « Comment un son se propage-t-il ? », le professeur désire utiliser comme support pédagogique le principe de l'échographie (document 8).

33. Les ondes sonores sont des ondes mécaniques longitudinales. Donner la définition d'une « onde mécanique longitudinale ».
34. Quelle est la fréquence minimale d'une onde ultrasonore ?
35. Lister les prérequis nécessaires aux élèves afin de pouvoir étudier le principe de l'échographie en classe.
36. Proposer une expérience (liste de matériel, schéma et protocole), réalisable en lycée professionnel, permettant de modéliser au laboratoire le principe de l'échographie.
37. Le professeur s'appuie sur le document 8 pour introduire son activité auprès des élèves. Lors de la lecture de ce document, un élève lui demande d'expliquer ce que signifie « diffractés ». Comment définir le phénomène de diffraction auprès de cet élève ?

Dans le cadre d'une évaluation formative, l'enseignant propose aux élèves de répondre à la problématique du document 16.

38. Décrire en quelques lignes la démarche de résolution que les élèves doivent mettre en œuvre.
39. Qu'est-ce qu'une évaluation formative ?
40. Indiquer comment les compétences Analyser-Raisonner et Communiquer de la grille nationale peuvent être évaluées ici.
41. À l'aide du document 9, justifier par le calcul l'utilisation d'un gel lors d'une échographie.

d. La scintigraphie thyroïdienne

Le principe de la scintigraphie et les données nécessaires à la résolution de cette partie se trouvent dans le document 10.

42. Donner la composition d'un noyau d'iode 131.
43. Écrire l'équation de désintégration de l'iode 131.
44. Calculer, en J et en keV, la valeur de l'énergie E libérée au cours de cette désintégration.

Cette désintégration s'accompagne de l'émission d'un rayonnement gamma d'énergie $E' = 364 \text{ keV}$.

45. Quelle est l'origine de ce rayonnement gamma ?

46. Calculer sa longueur d'onde λ .

On administre à un patient une dose d'iode 131 d'activité initiale $A_0 = 4$ MBq par voie intra-veineuse afin de réaliser une scintigraphie thyroïdienne.

47. Déterminer le nombre N_0 de noyaux d'iode 131 présents dans la dose.

Soit N le nombre de noyaux présents dans la dose à une date t .

48. Établir la relation entre N_0 , N , $t_{1/2}$ et t .

49. Sur le document-réponse 7, tracer l'allure de la courbe $N(t)$. La légènder.

50. Au bout de combien de temps peut-on considérer que l'iode a presque totalement disparu de l'organisme du patient ? Préciser le critère retenu.

L'iode 123, de demi-vie égale à 13,3 h, peut également être utilisé pour réaliser une scintigraphie thyroïdienne.

51. Indiquer un avantage que présente l'utilisation de l'iode 123 par rapport à l'iode 131.

On souhaite mettre en évidence les deux isotopes de l'iode cités précédemment à l'aide d'un spectromètre de masse. Le principe de ce dispositif est présenté dans le document 11.

52. Donner le signe de la différence de potentiel $U_{MN} = V_M - V_N$ en le justifiant.

53. Déterminer les valeurs des vitesses des deux ions isotopes $^{131}\text{I}^-$ et $^{123}\text{I}^-$ au point N.

54. Représenter sur le document-réponse 6 la direction et le sens du vecteur champ magnétique \vec{B} , supposé uniforme dans le demi-disque, afin que les ions puissent atteindre le détecteur. Justifier.

55. Quelle est la nature du mouvement des ions dans la zone où règne ce champ magnétique ? Justifier.

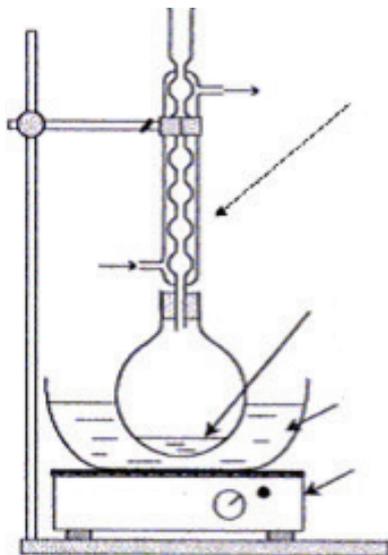
56. Établir l'expression du rayon R de la trajectoire d'un ion en fonction des données de l'exercice.

57. Pour lequel des deux ions ce rayon est-il le plus important ? Justifier et conclure.

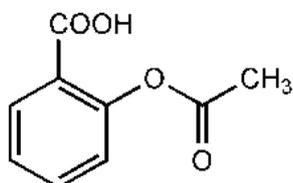
NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

DOCUMENTS-RÉPONSES À RENDRE AVEC LA COPIE

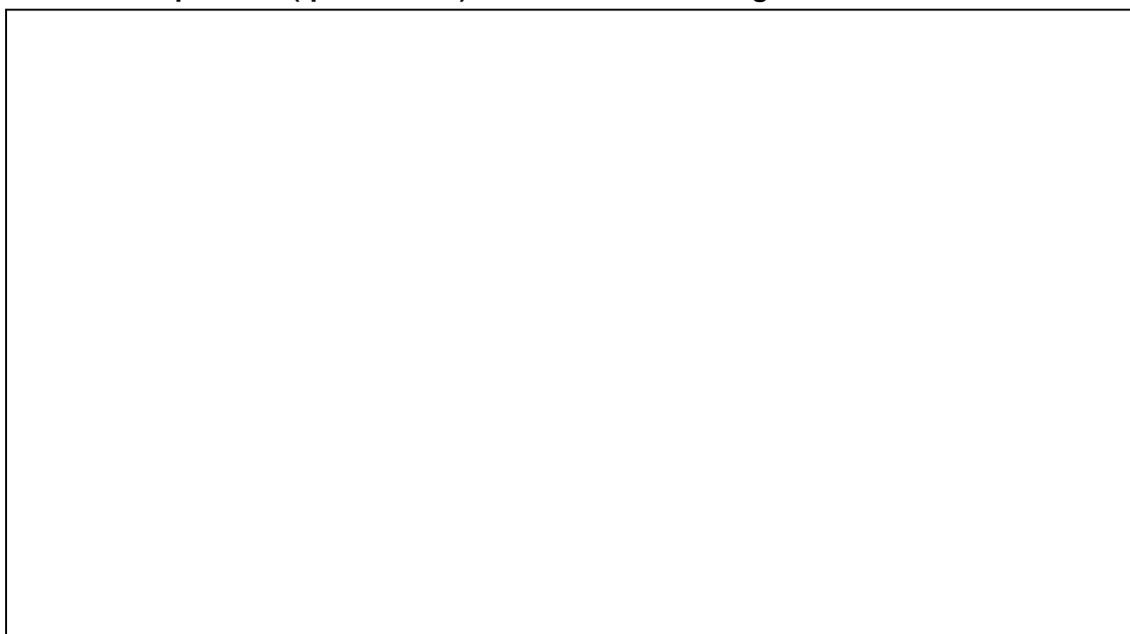
Document-réponse 1 (question 2) : schéma du montage à reflux



Document-réponse 2 (question 4) : molécule d'acide acétylsalicylique



Document-réponse 3 (question 13) : allure du chromatogramme

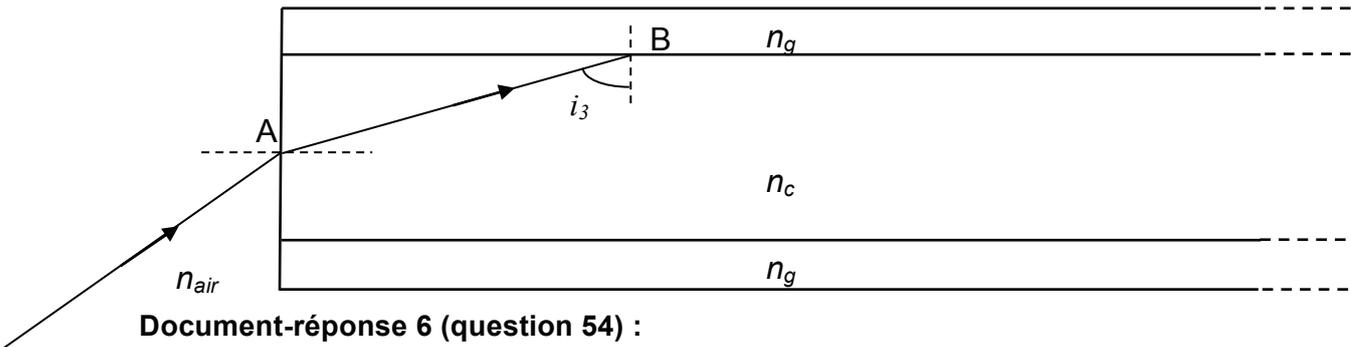


Document-réponse 4 (question 18) :

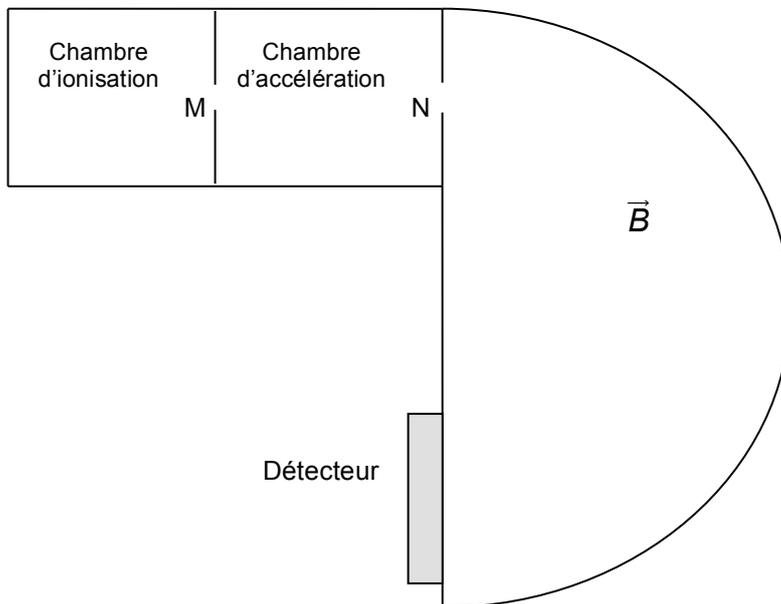
à $pH = 6,0$

Couple acide/base	$C_8H_7O_2CO_2H(aq)/C_8H_7O_2COO^-(aq)$	Hin1/In1 ⁻ bleu de bromothymol	Hin2/In2 ⁻ hélianthine
$\frac{[A^-]}{[HA] + [A^-]}$			

Document-réponse 5 (questions 26 et 31) :



Document-réponse 6 (question 54) :



Document-réponse 7 (question 49) :

