

# CONCOURS 2013 D'ADMISSION A L'ECOLE DE SANTE DES ARMEES

## CATEGORIE BACCALAUREAT

*Sections : Médecine – Pharmacie*

## EPREUVES ECRITES D'ADMISSIBILITE PHYSIQUE-CHIMIE

*Durée : 1 heure 30 minutes*

*Durée conseillée pour les exercices de physique (20 pts/40) : 45 min*

*Durée conseillée pour les exercices de chimie (20 pts/40) : 45 min*

*Coefficient : 3*

**Mardi 23 Avril 2013**

### Avertissements

- *L'utilisation d'encre rouge est interdite*
- *L'utilisation de calculatrices, règles à calculs, formulaires, papier millimétré est interdite*
- *Vérifiez que ce fascicule comporte 8 pages numérotées de 1 à 8, page de garde comprise*
- *Il sera tenu compte de la qualité de la présentation de la copie et de l'orthographe*
- *En ce qui concerne les Questions à Choix Multiples :*
  - 1) *Reportez vos réponses sur la grille de QCM sans les justifier*
  - 2) *Pour chacun des QCM, il existe au minimum une bonne réponse*
  - 3) *Une réponse à un item sera considérée comme incorrecte si l'item a été coché alors qu'il ne devait pas l'être ou si l'item n'a pas été coché alors qu'il devait l'être*
  - 4) *Des points seront retirés pour chaque item incorrect ; toutefois, la note obtenue à un QCM ne descendra pas en dessous de zéro (pas de report de points négatifs entre QCM)*

## DEBUT DE L'EPREUVE DE PHYSIQUE

Les exercices et les questions associées sont indépendants entre eux. Les phénomènes présentés ainsi que leur réalité médicale ont été volontairement simplifiés afin d'en réaliser une étude adaptée au programme de Terminale S ainsi que pour en faciliter les applications numériques sans calculatrice.

### **PHYSIQUE : EXERCICE 1 : (4 points)**

Un patient est emmené d'urgence à l'hôpital dans une ambulance signalant sa présence par une sirène émettant un son pur de fréquence  $F_0$  ; sa route est ouverte par un motard se déplaçant à même vitesse. Un automobiliste stoppe son véhicule pour favoriser le passage de l'ambulance ; quand elle s'approche de l'automobiliste, celui-ci perçoit d'abord un son aigu qui devient plus grave lorsqu'elle s'en éloigne.

#### **QCM n°1 :**

L'onde sonore émise par l'ambulance :

- A- Est une onde périodique et sinusoïdale ✓
- B- Est une onde progressive à une dimension ✗
- C- Se propage avec un transport de matière et un transport d'énergie
- D- Présente une périodicité spatiale valant  $v / F_0$  avec  $v$  = célérité du son dans l'air ✓
- E- N'est pas diffractée par un obstacle de taille 20 cm si sa longueur d'onde est de 50 cm

#### **QCM n°2 :**

Le patient entend le son de la sirène avec un niveau d'intensité sonore  $L = 50$  dB. Que vaut l'intensité sonore  $I$  dans l'ambulance ? On donne :  $I_0$  = seuil d'audibilité de l'oreille humaine =  $10^{-12}$  W.m<sup>-2</sup>

- A-  $10^{-17}$  W.m<sup>-2</sup>    B-  $2 \cdot 10^{-14}$  W.m<sup>-2</sup>    C-  $5 \cdot 10^{-11}$  W.m<sup>-2</sup>    **D-  $10^{-7}$  W.m<sup>-2</sup>**    E- Aucune réponse

#### **QCM n°3 :**

Suite du QCM n°2 : quel est le niveau d'intensité sonore total dans l'ambulance si le motard déclenche lui aussi sa sirène dont le niveau d'intensité sonore est aussi de 50 dB lorsqu'elle fonctionne seule ?

On donne :  $\text{Ln}(2) \approx 0,7$  ;  $\text{Ln}(5) \approx 1,6$  ;  $\text{Log}(2) \approx 0,3$  ;  $\text{Log}(5) \approx 0,7$

- A- 50 dB    B- 53 dB    C- 57 dB    D- 100 dB    E- Aucune réponse

#### **QCM n°4 :**

Dans le cadre de cette question on s'intéresse à l'effet Doppler relatif au son émis par l'ambulance. On note  $V_S$  la vitesse de l'ambulance et  $v$  la célérité du son dans l'air avec  $V_S \ll v$ .

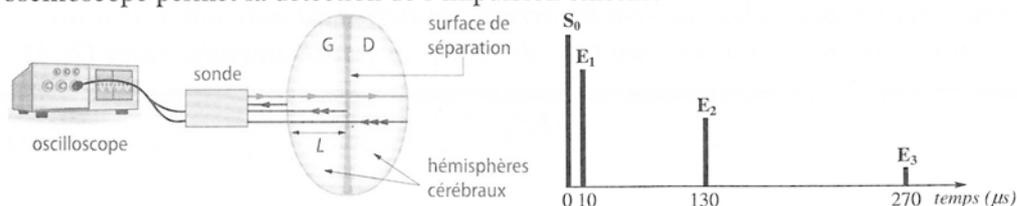
- A- Le motard perçoit le son de la sirène avec une fréquence inférieure à  $F_0$
- B- Le motard perçoit le son de la sirène avec une fréquence égale à  $F_0$
- C- Le motard perçoit le son de la sirène avec une fréquence supérieure à  $F_0$
- D- La fréquence perçue par l'automobiliste à l'approche de l'ambulance est :  $F = (v + V_S) \cdot F_0$
- E- La fréquence perçue par l'automobiliste à l'approche de l'ambulance est :  $F = [(v - V_S) / v] \cdot F_0$

### **PHYSIQUE : EXERCICE 2 : (3 points)**

Le patient est hospitalisé suite à de très forts maux de tête ; les antécédents médicaux du patient et les examens cliniques réalisés orientent le médecin vers une tumeur cérébrale. Pour valider ce diagnostic, il décide de réaliser un échogramme cérébral, le scanner et l'IRM étant momentanément indisponibles.

#### **Principe d'un échogramme cérébral :**

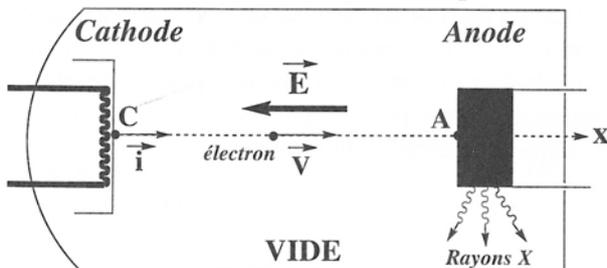
Une sonde, jouant le rôle d'émetteur et de récepteur, envoie une impulsion ultrasonore de faible durée dans le crâne du patient ; l'onde sonore s'y propage et s'y réfléchit dès qu'elle change de milieu. Les signaux réfléchis génèrent des échos qui, au retour sur la sonde, y engendrent une tension brève ; un oscilloscope permet la détection de l'impulsion émettrice et des divers échos formant l'échogramme.



1. *Quelle est la durée  $\Delta t$  de l'aller-retour de l'onde ultrasonore dans chacun des hémisphères ?*
2. *D'après le résultat de la question 1, la présence d'une tumeur est-elle vérifiée par l'examen ? Si non, pourquoi ? Si oui, dans quel hémisphère est-elle localisée ; justifier ?*
3. On s'intéresse dans cette question à la largeur  $L$  de l'hémisphère gauche ; on suppose que la célérité des ondes ultrasonores est  $v = 1500$  m/s pour l'ensemble des milieux traversés.
  - 3.1. *Quelle est la relation entre  $L$  et la durée  $\Delta t$  présentée dans la question (2) ?*
  - 3.2. *Evaluer la largeur de l'hémisphère gauche sous la forme  $L \pm \Delta L$  ; l'incertitude sur la largeur est  $\Delta L = L \times p(\Delta t)$  avec  $p(\Delta t) =$  précision relative sur la durée  $\Delta t = 2,5$  %*

**PHYSIQUE : EXERCICE 3 : (7 points)**

Les scanners X utilisés actuellement en imagerie médicale dérivent des tubes de Coolidge. Ils sont constitués d'une cathode (C) et d'une anode (A) séparées par une distance  $L$  et entre lesquelles on impose une différence de potentiels électriques  $V_A - V_C = U > 0$ . Lorsque la cathode est portée à haute température, elle émet des électrons avec une vitesse négligeable ; ces électrons se déplacent ensuite vers l'anode grâce au champ électrique  $E$  créé par la tension. Les RX émis par le tube sont produits à l'anode suite à une interaction des électrons avec les atomes de celle-ci ; ces interactions se traduisent par une conversion de l'énergie cinétique des électrons en énergie radiative (émission de photons).



Pour l'ensemble des questions, on adoptera les notations suivantes :

$m =$  masse de l'électron ;  $e =$  charge élémentaire ( $q(e^-) = -e$ )

$c =$  célérité de la lumière dans le vide ;  $h =$  constante de Planck

On suppose que la force électrostatique est la seule force agissant sur chacun des électrons émis par la cathode. Le mouvement est étudié selon un axe horizontal orienté dans le sens du mouvement et dont l'origine coïncide avec la cathode ; la masse de l'électron reste inchangée pendant son déplacement.

1. Dans cette question, on s'intéresse à l'accélération de l'électron.
  - 1.1. *Décrire le référentiel d'étude utilisé*
  - 1.2. *Etablir l'expression vectorielle de l'accélération avec  $m$ ,  $e$ ,  $E$  et le vecteur unitaire*
  - 1.3. *En déduire la nature du mouvement rectiligne de l'électron*
2. Dans cette question, on s'intéresse aux équations horaires du mouvement de l'électron.
  - 2.1. *Etablir l'équation horaire de la vitesse  $v(t)$  de l'électron en fonction de  $t$ ,  $m$ ,  $e$  et  $E$*
  - 2.2. *Etablir l'équation horaire de la position  $x(t)$  de l'électron en fonction de  $t$ ,  $m$ ,  $e$  et  $E$*
3. Dans cette question, on réalise une étude énergétique du mouvement de l'électron entre C et A. On rappelle que lorsqu'une particule électrique de charge  $q$  est placée en un point dont le potentiel électrique est  $V$ , alors cette charge possède une énergie potentielle électrique :  $E_{PE} = q.V$   
*Sachant que la force électrostatique est une force conservative, décrire l'évolution des énergies cinétique, potentielle électrique et mécanique de l'électron lors de son déplacement de C vers A*
4. L'électron arrive au niveau de l'anode (point A) avec une vitesse  $v_A$  et une énergie cinétique  $E_{CA}$ . Les rayons X produits dans l'anode résultent d'une conversion de l'énergie cinétique de l'électron en énergie radiative (émission de photons) suite à son interaction avec les atomes de l'anode.
  - 4.1. *Exprimer la longueur d'onde de l'onde associée à l'électron en fonction de  $m$ ,  $E_{CA}$  et  $h$*
  - 4.2. *Exprimer la longueur d'onde du photon X émis suite à une conversion totale de l'énergie cinétique de l'électron incident dans l'anode, en fonction de  $h$ ,  $c$  et  $E_{CA}$*

#### **PHYSIQUE : EXERCICE 4 : (3 points)**

Les antécédents médicaux du patient révèlent qu'une intervention chirurgicale par anesthésie générale doit être évitée. En effet, ce patient souffre aussi d'une anomalie musculaire génétique qui, lors d'une précédente intervention, a provoqué une hyperthermie maligne peranesthésique. Cette hyperthermie s'est manifestée par une hausse brutale de la température interne de son corps de 37°C à 40°C.

#### **OCM n°5 :**

On s'intéresse aux transferts thermiques par conduction, convection et rayonnement :

- A- Un milieu matériel est nécessaire pour chacun de ces transferts thermiques
- B- La convection est le seul mode provoquant un déplacement global de matière
- C- Chacun des trois transferts thermiques peut être observé dans un milieu solide
- D- Le corps rayonne de la chaleur vers l'extérieur mais la réciproque est fautive

#### **OCM n°6 :**

Pour traiter cette hyperthermie, l'équipe médicale utilisa, entre autres, des poches de glace à 0°C. On s'intéresse au flux thermique échangé par conduction entre le corps du patient et la poche de glace ; on suppose les températures constantes et respectivement égales à 40°C et 0°C. On rappelle l'expression du flux thermique par conduction :  $\Phi = \Delta T / R$  où  $R =$  résistance thermique du corps =  $5 \cdot 10^{-2}$  unité SI

- A- L'unité dans le système international de la résistance thermique est : °C.W<sup>-1</sup>
- B- Le flux thermique échangé par conduction entre le corps et la poche est de 800 W
- C- Si on prend pour référence la poche de glace, la chaleur échangée est positive pour celle-ci
- D- Si on ne considère que ce seul transfert thermique, l'énergie interne du système thermodynamique [patient + poche de glace] augmente au cours du temps

#### **PHYSIQUE : EXERCICE 5 : (3 points)**

Les traitements radiothérapeutiques s'étant avérés inefficaces pour éliminer la tumeur, l'équipe médicale décide de suivre une voie chirurgicale ne nécessitant pas d'anesthésie générale : la thérapie thermique interstitielle laser. Les chirurgiens commencent par forer un trou d'un millimètre à travers le crâne du patient sous anesthésie locale ; le faisceau laser est ensuite guidé par fibre optique jusqu'à la tumeur ; une fois sur zone, le laser émet une lumière qui chauffe les cellules tumorales jusqu'à les tuer.

#### **OCM n°7 :**

Emission stimulée – Effet laser :

- A- Pour qu'un photon incident puisse déclencher une émission stimulée, son énergie doit être supérieure ou égale à l'énergie libérée pendant cette désexcitation stimulée
- B- L'effet laser ne peut pas être interprété en utilisant l'aspect ondulatoire de la lumière
- C- Un laser continu ou à impulsions permet une concentration spatiale de l'énergie
- D- Un laser permet d'obtenir un faisceau de lumière quasi-monochromatique

#### **OCM n°8 :**

Le laser utilisé émet une lumière de puissance 5 mW ; elle provoque une coagulation de la tumeur lorsque sa température passe de 37°C à 57°C. La masse de la tumeur est estimée à 5 grammes d'après les mesures de taille réalisées avec l'IRM ; on suppose que sa capacité calorifique massique est proche de celle de l'eau :  $c \approx 4 \text{ J.K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$  ; on rappelle la relation entre énergie, durée et puissance :  $E = P \cdot \Delta t$

- A- L'énergie interne s'apparente à une énergie mécanique à l'échelle microscopique
- B- En valeur absolue, la variation d'énergie interne de la tumeur est d'environ 400 J
- C- L'énergie interne de la tumeur a diminué à l'issue de cette opération
- D- La destruction de la tumeur est réalisée après 1 minute 20 secondes

**FIN DE L'ÉPREUVE DE PHYSIQUE**

## DEBUT DE L'ÉPREUVE DE CHIMIE



En 1941, un « Policeman » britannique est guéri d'une infection grâce à la pénicilline. En 1942, pendant le conflit de la Seconde Guerre Mondiale, les grandes firmes pharmaceutiques américaines participent aux efforts de guerre en produisant la pénicilline à grande échelle. Dès 1944, les alliés disposent de la pénicilline le jour du débarquement en Normandie. Fleming, Florey et Chain recevront le Prix Nobel de physiologie-médecine pour « la découverte de la pénicilline et ses effets curatifs dans de nombreuses maladies infectieuses » en 1945.

Nous nous proposons de vous faire découvrir le mode d'action de la pénicilline à travers cette épreuve. Les quatre exercices demeurent cependant indépendants.

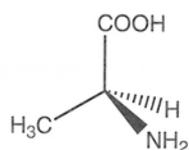
### CHIMIE : EXERCICE 1 : Propriétés de l'Alanine (9 points)

#### Document 1 : Les acides $\alpha$ -aminés

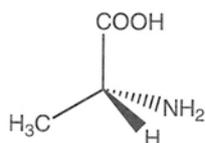
Ce sont des molécules organiques qui comportent un groupe carboxyle et un groupe amine sur un même atome de carbone, dit carbone  $\alpha$ . Les éventuels énantiomères d'un acide  $\alpha$ -aminé sont classés soit dans la série D soit dans la série L. Les acides  $\alpha$ -aminés naturels appartiennent à la série L. Les protéines humaines sont réalisées par l'enchaînement d'acides  $\alpha$ -aminés de série L.

#### Document 2 :

##### Représentation de Cram de l'Alanine



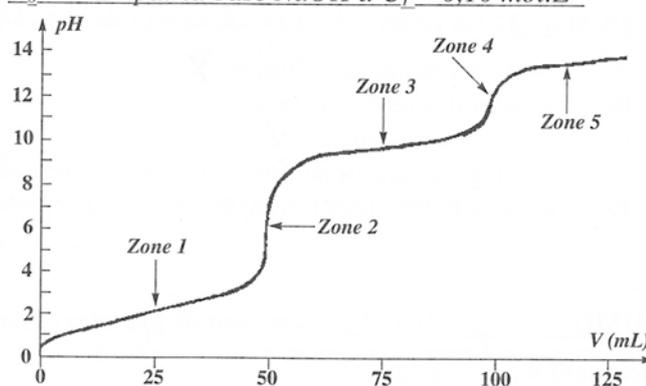
**L-Alanine**



**D-Alanine**

#### Document 3 :

Courbe de titrage de 20 mL chlorhydrate d'alanine à  $C_0$  mol.L<sup>-1</sup> par la base NaOH à  $C_1 = 0,10$  mol.L<sup>-1</sup>



L'Alanine existe sous trois formes ionisées différentes en fonction du pH du milieu. Elles constituent deux couples acide/base de  $pK_{a1} = 2,2$  et  $pK_{a2} = 9,8$ . On rappelle que les concentrations respectives en acide et base faible d'un même couple vérifient l'équation suivante :

$$pH = pK_a + \log \left( \frac{[Base]}{[Acide]} \right) \text{ avec } pK_a = - \log K_a$$

- 1) En utilisant la théorie acido-basique de Brønsted sur l'Alanine :
  - a) Déterminer le groupe à caractère acide et le groupe à caractère basique qu'elle contient
  - b) Ecrire la forme basique conjuguée du groupe acide et la forme acide conjuguée du groupe basique identifiés dans la question précédente
- 2) Ecrire les trois formules semi-développées des formes ionisées potentielles de l'alanine.
- 3) Ecrire les deux couples acide/base décrits par les  $pK_{a1}$  et  $pK_{a2}$   
Préciser l'acide et la base de chacun des deux couples.
- 4) Tracer le diagramme de prédominance de l'Alanine.
- 5) En déduire la charge électrique de l'Alanine au pH physiologique de 7,4.

6) Répondre au QCM n°9 ci-dessous en reportant vos réponses sur la grille jointe

**QCM n°9 : Titration de l'Alanine**

Afin d'étudier le comportement de l'Alanine en fonction du pH, on effectue le dosage direct de  $V_0 = 20$  mL d'une solution de chlorhydrate d'alanine ( $\text{Cl}^-$ ,  $^+\text{H}_3\text{N}-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{COOH}$ ) à  $C_0 \text{ mol.L}^{-1}$  par une solution de soude NaOH à  $C_1 = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$ ; la courbe de titrage obtenue figure sur le doc 3.

- A- Le pH de la solution initiale de soude de concentration  $C_1$  vaut 13
- B- Avec les 50 premiers millilitres de NaOH versés, on titre toutes les fonctions ammoniums  $\text{NH}_3^+$  du chlorhydrate d'alanine
- C- Après avoir versé 50 mL de NaOH, la totalité des fonctions carboxyliques sont sous forme carboxylate  $\text{COO}^-$
- D- Au niveau de la zone 2 prédomine l'Alanine sous forme  $^+\text{H}_3\text{N}-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{COOH}$
- E- La valeur de la concentration molaire  $C_0$  est de  $0,04 \text{ mol.L}^{-1}$

7) Une « solution tampon » est une solution dont le pH varie peu par ajout modéré d'acide ou de base

- a) Pour que le pH soit égal à  $\text{pK}_{a1}$ , quelle relation doit-on avoir entre  $[\text{acide}]_1$  et  $[\text{base}]_1$  ?
- b) Quelles sont les zones du document 3 qui peuvent prétendre à cette appellation ?

8) Répondre aux QCM n°10 et n°11 ci-dessous en reportant vos réponses sur la grille jointe

**QCM n°10 : Propriétés acido-basiques de l'Alanine**

- A- Sa fonction acide réagit totalement avec l'eau
- B- Sa forme électriquement neutre est capable d'agir soit en tant que base soit en tant qu'acide
- C- Un mélange équimolaire des deux espèces du couple de  $\text{pK}_{a1} = 2,2$  est une solution tampon
- D- La constante d'acidité du couple 1 vaut :  $\text{K}_{a1} = -\log(2,2)$
- E- Une solution d'Alanine à  $\text{pH} = 6$  constitue une solution tampon

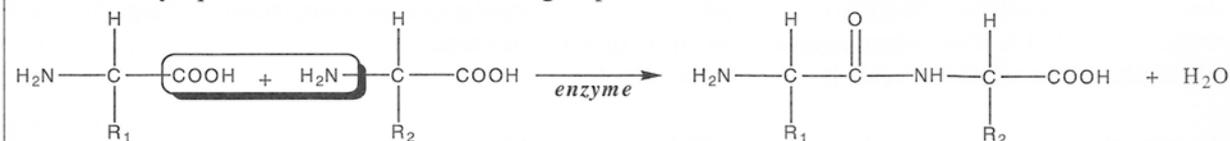
**QCM n°11 : A propos de la D-Alanine et de la L-Alanine**

- A- Ce sont des molécules chirales ✗
- B- Elles sont diastéréoisomères
- C- Elles sont énantiomères ✓
- D- Ce sont deux conformations d'une même molécule ✓
- E- Elles sont toutes deux retrouvées au sein des protéines humaines ✗

**CHIMIE : EXERCICE 2 : Formation de peptides (4 points)**

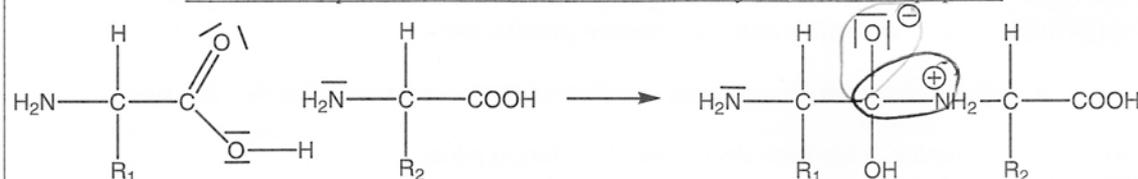
**Document 4 : Les peptides**

Les peptides sont des enchaînements d'acides  $\alpha$ -aminés résultants d'une réaction entre un groupement acide carboxylique d'un acide  $\alpha$ -aminé et un groupement amine d'un autre acide  $\alpha$ -aminé.



Si  $\text{R}_1 = \text{R}_2 = \text{CH}_3$ , l'acide aminé est l'Alanine, dont le code biochimique à 3 lettres est Ala

**Document 5 : Première étape du mécanisme réactionnel de synthèse d'un dipeptide**



**Table d'électronégativités :**

H	C	N	O
2,2	2,6	3,0	3,4

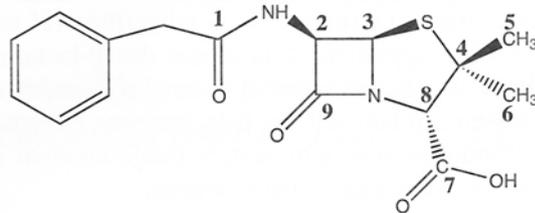
- 1) Recopier la réaction du document 4 en l'appliquant à la formation du dipeptide (D-Ala)-(D-Ala)
- 2) Pour les fonctions entourées dans le document 4 et qui réagissent ensemble, déterminer la polarisation des liaisons C=O, C-O et N-H
- 3) Identifier le site donneur et le site accepteur du doublet d'électrons lors de la formation de la liaison C-N ; en déduire une explication de la formation de cette liaison entre 2 acides  $\alpha$ -aminés
- 4) Recopier le document 5 et compléter le mécanisme en ajoutant le minimum de flèches courbes
- 5) A partir de la nature des réactifs et des produits, déterminer la catégorie de la réaction (substitution, addition ou élimination)

### CHIMIE : EXERCICE 3 : Action de la pénicilline G (5 points)

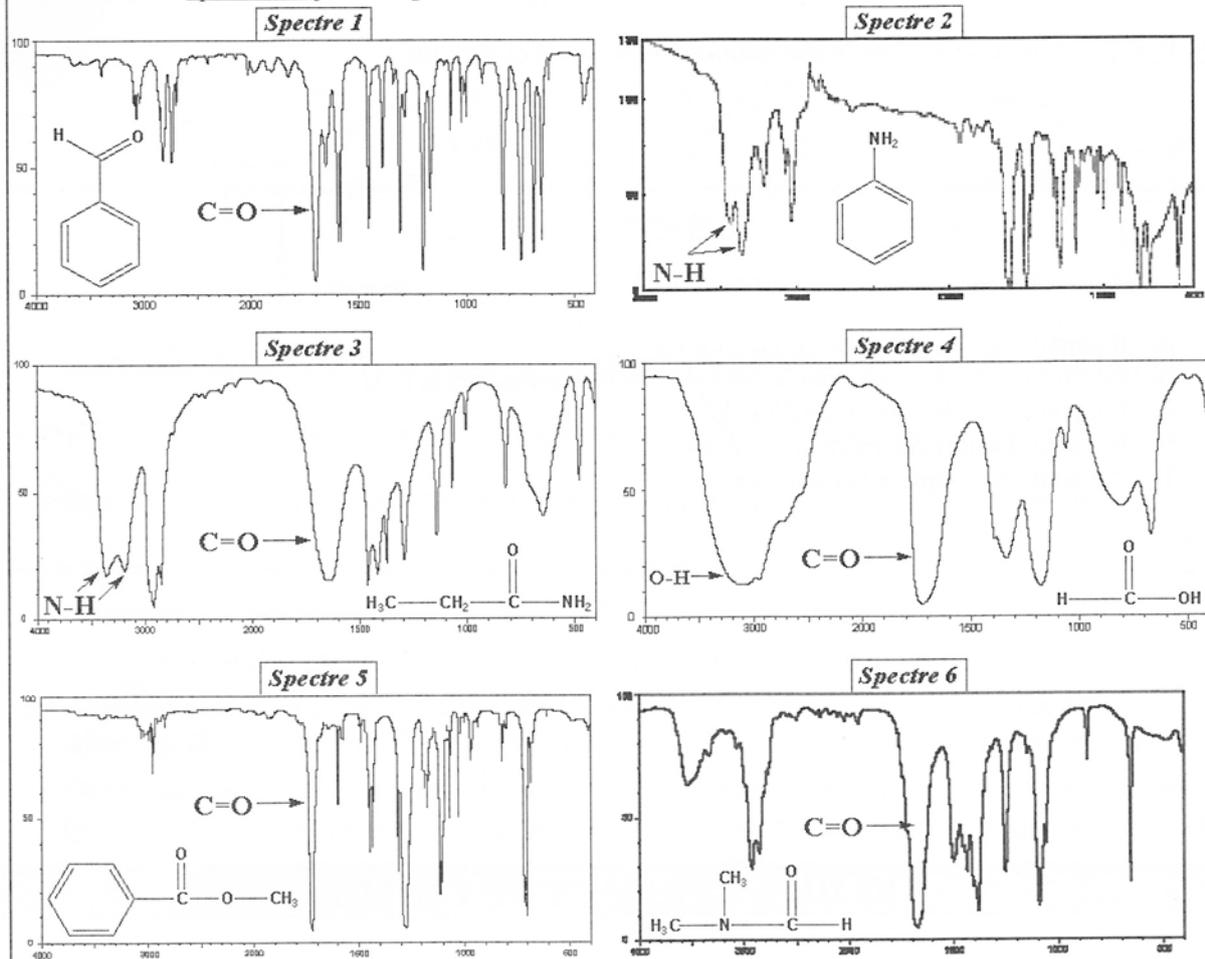
#### Document 6 : Mode d'action de la pénicilline G

Il s'agit d'un antibiotique bactériostatique qui empêche la prolifération bactérienne en bloquant la synthèse de leur paroi. Cette synthèse nécessite l'action d'enzymes appelées transpeptidases. Ces enzymes reconnaissent un dipeptide (D-Ala) – (D-Ala) (cf. documents 2 et 4). La pénicilline est également reconnue par ces enzymes car elle présente une analogie structurale avec ce dipeptide ; elle se fixe alors sur les transpeptidases et inhibe leur action de synthèse de la paroi bactérienne.

#### Document 7 : Représentation topologique de la pénicilline G



#### Document 8 : Spectres Infra-Rouge (transmittance (%) en fonction du nombre d'onde $\sigma$ (cm<sup>-1</sup>))



- 1) Recopier la formule générale de la pénicilline G donnée dans le document 7 (inutile de reporter les numéros des carbones) puis entourer et nommer ses groupes caractéristiques
- 2) A l'aide du document 7, donner les numéros des atomes de carbone asymétriques
- 3) En vous aidant des documents 6,7 et de la formule du dipéptide (D-Ala) – (D-Ala) (documents 2 et 4) préciser quelle partie de la pénicilline G semble être reconnue par la transpeptidase
- 4) On cherche à prédire l'allure générale du spectre Infra-Rouge d'une pénicilline. A l'aide du document 8, répondre au QCM n° 12 ci-dessous en reportant vos réponses sur la grille jointe.

**QCM n°12 :** Le spectre IR de la pénicilline comportera :

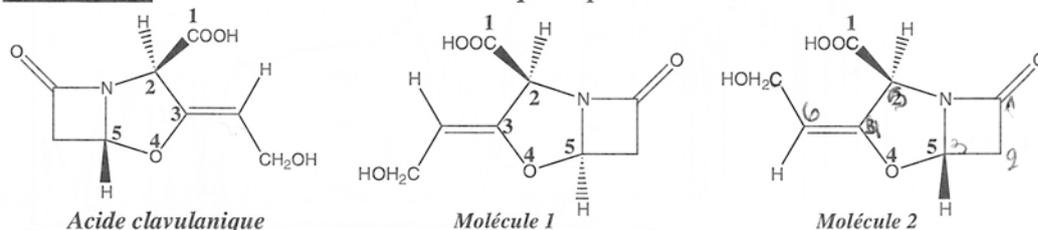
- A- Une bande C=O comme dans le spectre 1
- B- Une bande C=O comme dans le spectre 6
- C- Une bande N-H comme dans le spectre 3
- D- Une bande C=O et une bande O-H comme dans le spectre 4
- E- Une bande N-H comme dans le spectre 2

**CHIMIE : EXERCICE 4 : Résistance aux antibiotiques (2 points)**

Le cycle à 4 atomes dont un d'azote figurant dans la structure de la pénicilline (cf doc 7) est appelé cycle  $\beta$ -lactame. On dit alors que la pénicilline appartient à la classe des  $\beta$ -lactamines, molécules antibiotiques capables d'inhiber la synthèse de la paroi bactérienne. La bactérie est capable de développer une résistance à ces antibiotiques en synthétisant des  $\beta$ -lactamases, enzymes détruisant les  $\beta$ -lactamines. C'est pourquoi certains antibiotiques sont administrés conjointement avec de l'acide clavulanique car ce dernier est un inhibiteur des  $\beta$ -lactamases bactériennes.

Répondre au QCM n° 13 ci-dessous en reportant vos réponses sur la grille jointe

**QCM n°13 :** Concernant l'acide clavulanique représenté ci-dessous :



- A- Il appartient à la classe des  $\beta$ -lactamines
- B- Le carbone 3 porte une double liaison C=C de configuration E ✓
- C- Il a pour formule brute  $C_8H_9NO_5$  ✓
- D- Il a pour diastéréoisomère la molécule 1
- E- Il a pour énantiomère la molécule 2

**FIN DE L'ÉPREUVE DE CHIMIE**