

Nom \_\_\_\_\_

Numéro d'étudiant \_\_\_\_\_

**Cet examen comporte 15 pages et 25 questions : votre signature confirme que vous avez vérifié que l'examen était complet.**



Les téléphones cellulaires, les appareils électroniques non autorisés ou les notes de cours (à moins qu'il s'agisse d'un examen à livre ouvert) ne sont pas autorisés pendant cet examen. Les téléphones et les appareils doivent être éteints et rangés dans votre sac. Ne les gardez pas en votre possession, par exemple dans vos poches. Si vous êtes pris avec un tel appareil ou document, des allégations de fraude scolaire seront déposées, ce qui pourrait entraîner l'obtention d'un **0** (zéro) pour l'examen.

**En apposant votre signature ci-dessous, vous reconnaissez avoir lu et vous vous engagez à respecter l'énoncé ci-dessus.**

SIGNATURE : \_\_\_\_\_

DATE : \_\_\_\_\_

Questions à choix multiples (20 questions, 2pts/question pour 40 pts en tout). Utilisez le feuillet optique (scantron) pour indiquer la bonne réponse parmi les choix proposés.

1. Selon la réaction  $A + B \rightleftharpoons 2C$ ; si la constante d'équilibre  $K$  est 25, que la concentration de  $C$  est 10 M, que la concentration de  $A$  est 2 M et que la concentration de  $B$  est 2 M, cette réaction serait :

- A. favorable
- B. défavorable
- C. à l'équilibre**
- D. dans des conditions comparables à l'état biochimique standard
- E. aucun de ces choix

2. Quelle liste de termes correspond le mieux à l'effet hydrophobe?

- 1. interactions moléculaires
- 2. enthalpie
- 3. entropie
- 4. formation d'un gros agrégat des groupements hydrophobes est plus favorable que la formation de petits agrégats du même volume
- 5. comparable à l'effet de l'huile mélangée avec de l'eau

- A. 1 et 5
- B. 3 et 5
- C. 3, 4 et 5**
- D. 1, 3, 4 et 5
- E. Toutes ces réponses

3. La différence entre un nucléotide et un nucléoside est :

- A. la présence d'un à trois groupes phosphate sur le sucre du nucléotide**
- B. un ribose est associé au premier alors que la second en est dépourvu
- C. la présence d'un désoxyritose ou d'un ritose à la place d'un désoxyribose ou d'un ribose
- D. l'absence d'un groupe hydroxyle en position 3' du sucre sur le nucléoside
- E. la base est en configuration anti sur les nucléotides

4. Parmi les choix suivants lesquels indiquent les interactions chimiques en ordre croissant d'énergie? Des liaisons :

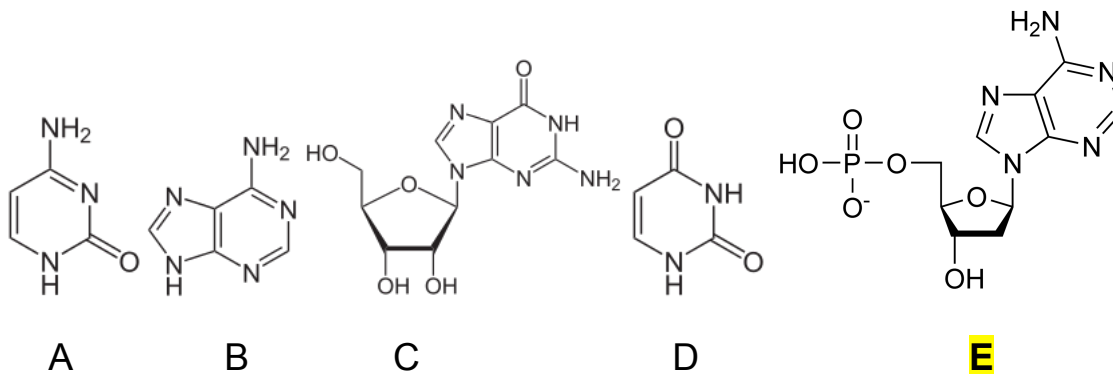
1. entre deux dipôles induits, entre deux dipôles permanents, entre 1 dipôle permanent et un ion
2. entre deux charges de signes opposées, de type force de London, covalentes
3. de van der Waals, entre deux ions de signes opposés, covalentes, entre deux benzènes
4. de van der Waals, hydrogène, entre un groupement carboxylique et le guanidinyl d'une arginine, liaison covalente

- A. 1 et 3  
 B. 1 et 2  
 C. 3 et 4

**D. 1 et 4**

E. Aucun de ces choix.

5. Identifiez le nucléotide parmi les choix suivants :



6. Parmi les paramètres suivants lequel ou lesquels correspondent aux propriétés de l'ADN B?

- A. 36° de rotation par paire de bases  
 B. 3.4 Å de distance entre deux paires de base consécutives  
 C. 10 paires de bases/tour  
 D. les liens glycosidiques adoptent une conformation anti

**E. Toutes ces réponses**

**7. Quelles sont les 3 sources d'énergie principales dans les cellules?**

- A. Espèces chimiques comportant des nitrates, molécules réductrices, les gradients chimiques de part et d'autre des membranes biologiques
- B. Espèces chimiques comportant des borates, les gradients chimiques à l'intérieur de la cellule uniquement
- C. L'hydrogène, le méthane et l'ammoniac
- D. Espèces chimiques comportant des phosphates, des molécules oxydantes, les gradients chimiques à l'extérieur de la cellule
- E. **Espèces chimiques comportant des phosphates, molécules réductrices, les gradients chimiques de part et d'autre des membranes biologiques**

**8. Laquelle des affirmations suivantes est fausse?**

- A. **L'ARN est généralement plus stable que l'ADN**
- B. L'ARN forme des structures tridimensionnelles complexes et variables
- C. L'hypothèse du monde à ARN est fondée sur l'observation qu'il peut agir à la fois comme matériel génétique et en tant qu'enzyme
- D. La thymine est aussi appelé 5-méthyle uracile
- E. l'adénosine 5'-diphosphate est un nucléotide

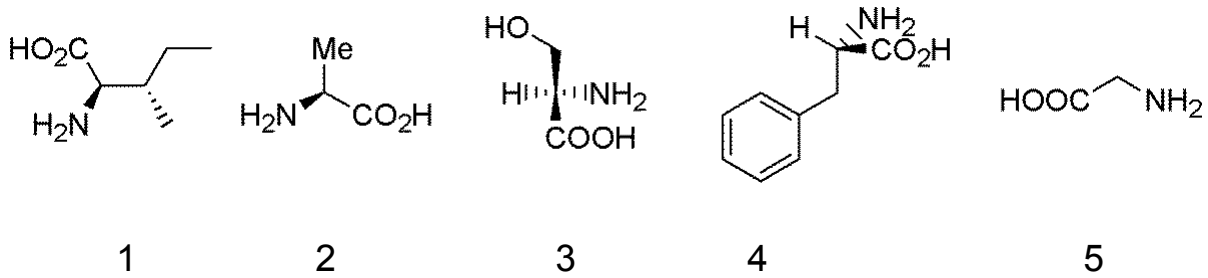
**9. Lors de votre premier stage en laboratoire, vous voulez préparer un tampon à pH= 5,5, laquelle des substances suivantes pourriez-vous utiliser si vous voulez faire bonne impression?**

- A. Tris, pKa= 8,07
- B. **Acide acétique, pKa= 4,76**
- C. Glycine-NaOH, pKa= 9,78
- D. Acide phosphorique, pKa1= 2,15; pKa2= 6,82; pKa3= 12,42
- E. Imidazole, pKa= 7,0

**10. Parmi les choix suivants lequel permet d'expliquer la difficulté de dissoudre le peptide ci-dessous dans un tampon aqueux? Peptide : *FLILIVWAV***

- A. Il est trop polaire (hydrophile)
- B. Le faible potentiel d'interactions ioniques
- C. **Il est trop non-polaire (hydrophobe)**
- D. Il y a trop peu de liaisons hydrogène intrapeptide qui peuvent être formées
- E. Les interactions de Van der Waals avec l'eau sont trop fortes

11. Identifiez les acides aminés qui sont en conformation D- sur leur carbone- $\alpha$ .



A. 1 et 2

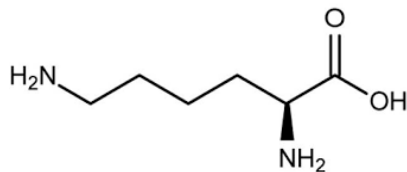
**B. 1 et 3**

C. 1 et 4

D. 2 et 4

E. 2, 4 et 5

12. Quelle est la valeur la plus proche du pI de la lysine?  $pK_{a1} = 2,2$ ;  $pK_{a2} = 9,0$ ;  $pK_{a3} = 10,5$



A. 10,5

B. 9,0

C. 7,2

D. 5,6

**E. 9,75**

13. Deux acides aminés comportant un groupe sulfhydryle aussi appelé thiol dans leur chaîne latérale peuvent former au sein des protéines des interactions covalentes qu'on appelle :

A. pont diméthionine

B. pont disérine

C. pont dithréonine

**D. pont disulfure**

E. interaction ionique

14. Un des principes fondamentaux de la vie est l'ordre dans lequel l'information génétique est transmise, interpréter ou exprimer au sein des cellules de tous les être vivants. Cet ordre est:

- A. sucre-lipide-énergie
- B. ARN-ADN-protéine
- C. protéine-ARN-ADN

**D. ADN-ARN-protéine**

- E. Noyau-Cytoplasme-Membrane plasmique

15. Quelle liste de mots clé représente le plus fidèlement l'expérience de Miller-Urey?

- A. atmosphère réductrice, eau, chaleur, décharges électriques, méthane.
- B. atmosphère oxydante, oxygène, refroidissement, ammoniacque.
- C. acides aminés, acide cyanhydrique, adénine, acides gras, sucres.
- D. ADN, ARN, protéines, lipides.

**E. atmosphère réductrice, eau, chaleur, décharges électriques, méthane, acide cyanhydrique, acide formique et acides aminés.**

16. Quels sont les types d'interactions non-covalentes qui stabilisent l'ADN sous sa forme hélicoïdale?

- A. les liaisons phosphoanhydride

**B. les interactions Van der Waals entre dipôles induits et des liaisons hydrogènes**

- C. les liaisons phosphodiester et les liaisons glycosidiques
- D. les interactions ioniques entre les brins
- E. l'ARN a la capacité d'agir comme matériel génétique et peut encoder une activité enzymatique plus aisément que l'ADN.

17. Identifiez l'affirmation qui est fausse dans cette liste:

- A. Les procaryotes n'ont pas de noyau.
- B. Grâce à la phylogénie, les organismes vivants peuvent être classés dans les domaines bactériens, archaea et eucaryotes.
- C. Les organismes vivants ne sont pas à l'équilibre thermodynamique.
- D. L'atmosphère de la terre prébiotique contenait probablement  $H_2O$ ,  $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $C_6H_{12}O_6$  et du benzène.**
- E. Les eucaryotes ont un noyau et habituellement plusieurs types d'organites.

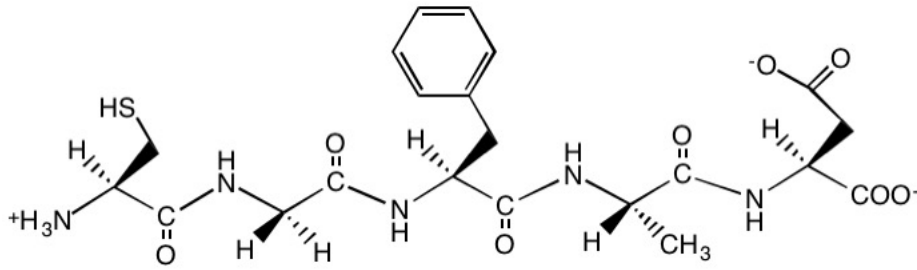
18. Étant donné un changement d'énergie libre standard ( $\Delta G^0$ ) de +25 kJ/mole, quel est la  $K_{eq}$  pour cette réaction? Supposez que la température est 37°C;  $R=8,314 J.K^{-1}.mol^{-1}$ .

- A. 0,92
- B. 1,0
- C.  $1,6 \times 10^4$
- D.  $5,07 \times 10^{-36}$
- E.  $6,1 \times 10^{-5}$**

19. Si un brin d'ADN composé de 100 nucléotides contient 25 thymines, combien de cytosines y aurait-il dans son brin complémentaire?

- A. 25
- B. 75
- C. 50
- D. Il contiendrait entre 0 et 75 cytosines inclusivement.**
- E. Aucune de ces réponses

20. Quelle est la séquence du peptide qui est représenté ci-dessous?



- A. Met-Gly-Tyr-Ala-Asp
- B. Met-Gly-Phe-Ala-Glu
- C. Cys-Gly-Tyr-Ala-Asp
- D. Cys-Ala-Phe-Gly-Asp
- E. Cys-Gly-Phe-Ala-Asp**

Questions à développement (5 question: 60 pts.; 2,5 points boni à la dernière question).

**21. (15 pts)**

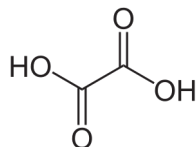
(A) Vous avez des solutions 1 M d'oxalate monosodique, 1 M d'oxalate dissodique, et 1 M d'acide oxalique et de l'eau en quantité illimitée. Les pKa de l'acide oxalique sont : pKa1= 1,2 et pKa2= 4,3.

i- Quel est le PI de l'acide oxalique. Justifiez brièvement avec l'équation pertinente (1,5 pt)?

$$pI = (pKa1 + pKa2) / 2$$

$$pI = (1,2 + 4,3) / 2 = 2,75$$

ii- Étant donné la structure de l'acide oxalique (ci-dessous), dessinez les deux espèces ionisées qui sont principalement présentes à pH= 5,1 en indiquant laquelle est l'acide et la base conjuguée. Indiquez à quelles solutions indiquées ci-dessus ces espèces correspondent-elles (3 pts).



**acide : oxalate monosodique; un groupement COO<sup>-</sup> et un groupement COOH**

**base conjuguée : oxalate dissodique, deux groupements COO<sup>-</sup>**

iii- Indiquez quels seraient les volumes des solutions 1 M de cet acide et de sa base conjuguée nécessaires pour préparer 1 litre de tampon (pH= 5,1) contenant 50 mM (i.e.  $50 \times 10^{-3}$  M) d'oxalate en tout (**8 pts**). Indiquez votre démarche.

$$\text{pH} = \text{pKa} + \log\left(\frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}\right)$$

$$5,1 = 4,3 + \log\left(\frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}\right)$$

$$0,8 = \log\left(\frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}\right)$$

$$\frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = 6,31; \text{A}^- + \text{HA} = 0,050$$

$[\text{A}^-] = 6,31 \cdot (0,05 - \text{A}^-)$ , en résolvant pour  $[\text{A}^-]$  et en trouvant HA par  $\text{HA} = 0,05 - \text{A}^-$   
on obtient :

7 mM de d'oxalate monosodique

43 mM d'oxalate disodique

donc 7 ml de la solution d'oxalate monosodique et 43 ml de la solution de d'oxalate dissodique

**Notes : Si la démarche est bonne et qu'il y a une simple erreur de calcul; 7/8**


**Pour la démarche, Si Henderson-Hasselbalch est bonne, mais le reste est faux 4/8.**

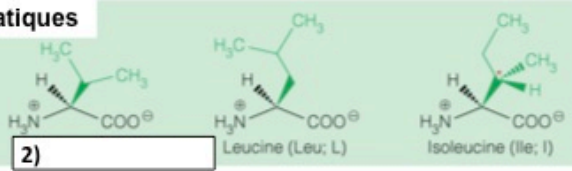
(B) Supposons que votre superviseur de stage de recherche vous demande de préparer une solution tampon à pH= 6,5 avec de l'acide acétique (pKa= 4,76), que lui répondriez-vous? Expliquez brièvement (**2,5 pts**).

**L'acide acétique n'est pas une substance appropriée pour réaliser un tampon à pH 6,5, car son pKa est trop faible et/ou  $\text{pH} - \text{pKa} \geq |1|$ .**

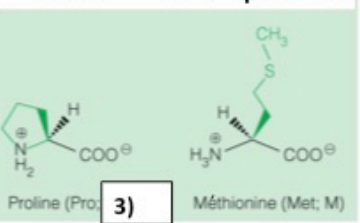
**22. (10 pts)** Votre jeune neveu a barbouillé de liquide correcteur votre tableau sur la structure des acides aminés. Inscrivez les 10 informations manquantes (classe d'acide aminés, annotation à 1 lettre et structure chimique, structure chimique à pH 7) dans la figure (1 pt chacune). Dessinez l'énantiomère L- des acides aminés.

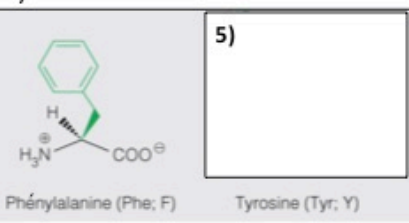
**Acides aminés non-polaires aliphatiques**

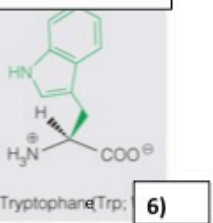
1)  Alanine (Ala; A)

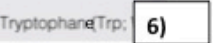
2)  Valine (Val; V) Leucine (Leu; L) Isoleucine (Ile; I)

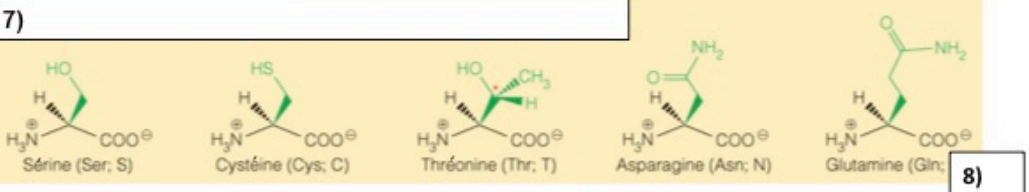
**Acides aminés non-polaires**

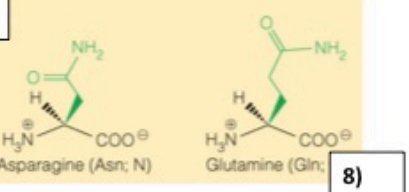
3)  Proline (Pro; P) Méthionine (Met; M)

4)  Phénylalanine (Phe; F) Tyrosine (Tyr; Y)

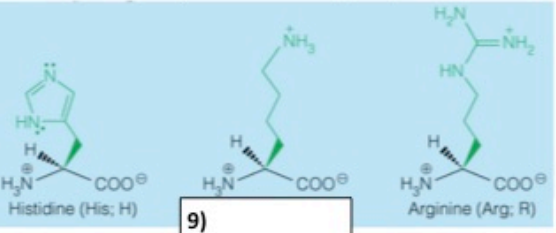
5)  Tryptophan (Trp; W)

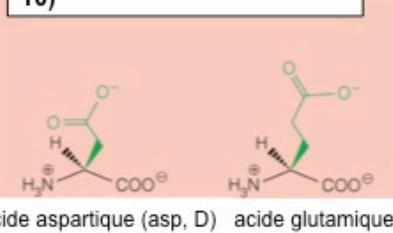
6)  Tryptophan (Trp; W)

7)  Sérine (Ser; S) Cystéine (Cys; C) Thréonine (Thr; T) Asparagine (Asn; N) Glutamine (Gln; Q)

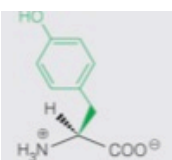
8)  Asparagine (Asn; N) Glutamine (Gln; Q)

**Acides aminés polaires chargés positivement**

9)  Histidine (His; H) Arginine (Arg; R)

10)  acide aspartique (asp, D) acide glutamique (glu, E)

1)  ; 2) Valine, Val, V; 3) P; 4) Acides aminés non-polaires aromatiques;

5)  ; 6) W; 7) Acides aminés polaires (bon également si la mention non-chargés est ajoutée); 8) Q; 9) Lysine, Lys, K; 10) Acides aminés polaires chargés négativement.

**23. (15 pts)**

A. Convertissez en ARN la séquence d'ADN suivante : 5'-A T G G A G C G G T T A T A T T A A -3' (2,5 pts).

**5'-AUGGAGCGGUUAUAUUA-3'**

si c'est dans le sens 3'-5' : -0.75

Certains auront inscrit la séquence transcrite en ARN

Soit : **5'-UUAUAUAACCGCUCCA-3'**

Accordez les points si c'est inscrit dans le sens 5'-3'

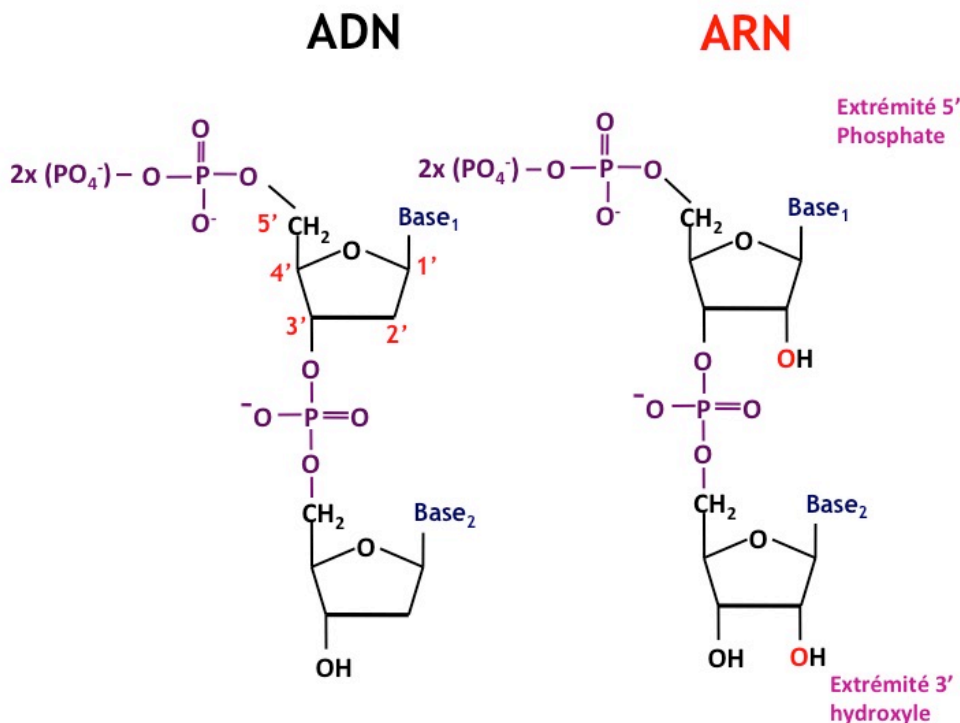
si c'est dans le sens 3'-5' : -0.75

B. Vous avez séquencé un des deux brins de votre gène d'intérêt. La séquence obtenue est 5'-T T A C A C G C A T A T A A C G C C A T-3'. Quelle serait la séquence du brin complémentaire (2,5 pts)?

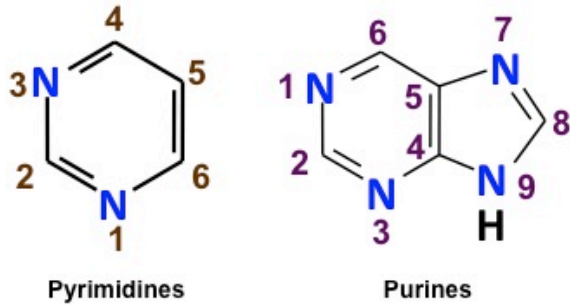
**5'-A T G G C G T T T A T A T G C G T G T A A-3'**

si c'est dans le sens 3'-5' : -0.75

C. Dessiner deux riboses ou désoxyriboses unit par le type de lien phosphodiester retrouvé dans l'ADN ou l'ARN ainsi que le lien glycosidique unissant la base et le sucre. Il n'est pas nécessaire de reproduire la structure détaillée de la base: le mot base inscrit au bon endroit suffit (4 pts).



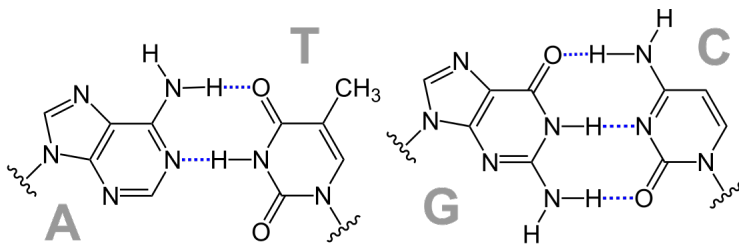
D. Dessinez la structure générique des purines et des pyrimidines et la numérotation de chaque atome formant leur cycle (2,5 pt).



E. Indiquez l'appariement Watson-Crick des bases azotées retrouvées dans l'ADN (1 pt), le nombre de liaisons hydrogène formées pour chaque paire (1 pt), et dessiner une des paires de bases de votre choix en dessinant les liaisons hydrogènes (1,5 pt).

**A-T/U : 2 liaisons hydrogène; G-C : 3 liaisons hydrogène**

**0,25 point pour chaque information (4).**



**24. (10 pts)**

A. Dans le peptide suivant R K K E R K K , le  $pK_a$  du groupement carboxylique de la chaine latérale de l'acide glutamique variera dans quel sens (augmentation, diminution), par rapport à sa valeur théorique sous sa forme monomérique. Pourquoi? Pour étayer votre réponse indiquer le nom des deux autres acides aminés présents dans le peptide et les propriétés pertinentes de leur chaine latérale (**5 pts**).

K= lysine

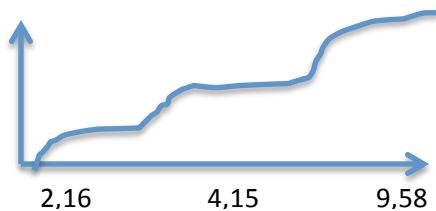
R= arginine

**1 pts pour le nom des deux acides aminés**

Ce sont deux acides aminés avec une chaine latérale basique (ou chargées positivement). La proximité de ces chaines basiques (ou chargées positivement) de la chaine latérale de l'acide glutamique devrait diminuer le  $pK_a$  de ce dernier par rapport à celui d'un acide glutamique isolé en favorisant son ionisation.

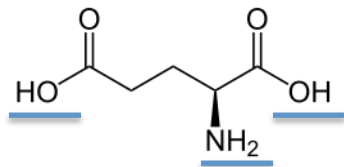
**3 pts pour l'explication**

B. i- Dessinez la courbe de titration d'un acide glutamique avec du NaOH (**3 pts**).



Le pH au milieu de chaque transition correspond approx. au  $pK_a$  du groupe ionisable correspondant (être tolérant sur la précision de ces pH/ $pK_a$  : +0.5 point bonus s'ils sont exact à +-10%).

ii- Dessinez l'acide glutamique (sans tenir compte de la stéréochimie) (0,5 pt) et encerclez chacun de ces groupes ionisables en indiquant à quelle transition de la courbe de titration ils correspondent (1,5 pts).



**Le groupement COO<sup>-</sup> de la chaîne principale est ionisé en premier, le groupement COO<sup>-</sup> de la chaîne latérale est ionisé en second et finalement le groupement amino est le dernier groupement ionisé lors de la titration.**

**25. (10 pts)**

A. Calculez l'énergie libre ( $\Delta G$ ) de la réaction de repliement [le passage de la Forme dénaturée (réactif) vers la Forme native (produit)] de la protéine testase à 25°C, sachant que  $\Delta H = -280$  kJ/mol et que  $\Delta S = -790$  J/K.mol (**7,5 pts**).

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$$\Delta G = -280 - (298 \cdot -0,790)$$

$$\Delta G = -44,58 \text{ kJ/mol}$$

**Note : Donnez des points pour la démarche 5,5/7,5, s'il y a erreur de calcul**

B. Vous savez qu'une lysine de cette protéine forme une liaison ionique avec un acide aspartique. Vous avez fait une mutation remplaçant la lysine par une alanine, faisant ainsi disparaître la charge positive. La protéine testase mutante (avec l'alanine à la place de la lysine) obtenue est moins stable que la loi de Coulomb avec la constante diélectrique de l'eau vous permet de le prédire. Comment expliqueriez vous cela (**2,5 points, +possibilités de 2,5 points boni**)?

Veillez donner vos explications à l'aide de dessins et/ou de texte. Vous pouvez également utiliser le verso.

**En faisant la mutation de la lysine pour une alanine la liaison ionique avec l'acide aspartique a été détruite ce qui a déstabilisé la structure de la protéine. (1 pt)**

**L'impact sur la stabilité de la protéine est supérieure à ce que la loi de Coulomb nous permettait de prévoir en prenant en compte la constante diélectrique de l'eau, car la liaison ionique entre ces deux résidus prend probablement place au centre de la protéine où peu d'eau est présente ce qui fait en sorte que la constante diélectrique effective est inférieure à celle de l'eau (1,5 pt).**

**Accordez des points boni si la constante diélectrique est reproduite et qu'on explique comment la constante diélectrique fait diminuer l'énergie d'une liaison (+1)**

**Vous pouvez accorder 1,5 pt supplémentaire en bonus à votre discrétion selon l'éloquence de la démonstration (disons à vos 5-10 meilleures réponses).**

**Je réviserai personnellement cette question.**