

# BACCALAUREAT TECHNOLOGIQUE

ANNALE ZERO 2013

Epreuve :

**CHIMIE, BIOCHIMIE, SCIENCES DU VIVANT  
ET  
ENSEIGNEMENT SPECIFIQUE A LA SPECIALITE**

Série

**SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE LABORATOIRE**

**Sous-épreuve de Chimie, Biochimie, Sciences du Vivant**

Durée de la sous-épreuve : 2 heures

Coefficient : 4

*L'usage de la calculatrice n'est pas autorisé.*

*Le sujet comporte 8 pages.*

La sous-épreuve est constituée de deux parties distinctes.

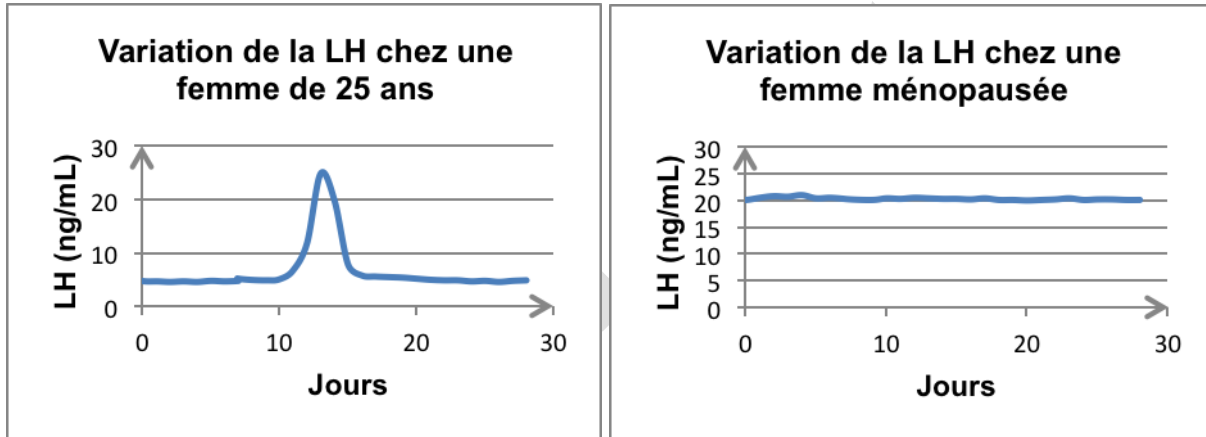
Première partie : pages 2 à 3

Deuxième partie : pages 4 à 8

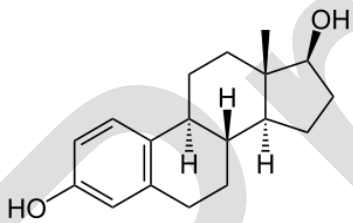
## PREMIERE PARTIE : Variations de LH et conséquences physiologiques (8 points)

### Document 1 – Physiologie de la reproduction chez la femme

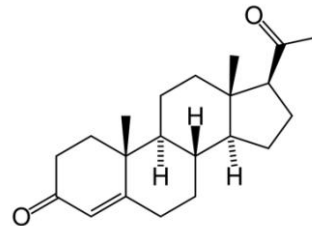
Document 1a - Variation de la concentration plasmatique de l'hormone lutéinisante (LH) chez une femme âgée de 25 ans et chez une femme ménopausée



Document 1b – L'hormone LH agit spécifiquement sur l'ovaire : pendant la phase lutéale, en réponse à la sécrétion de LH, ce dernier secrète deux hormones, l'œstradiol et la progestérone. Les structures de ces deux molécules sont représentées ci dessous.

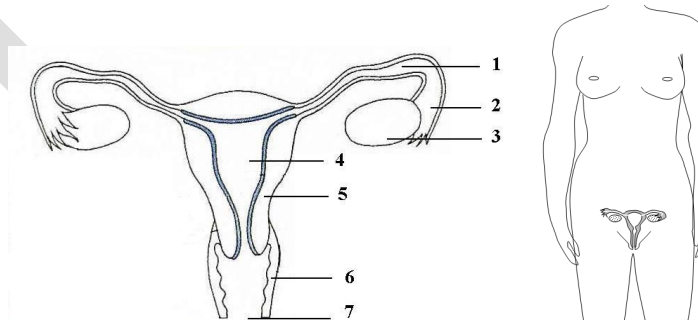


Œstradiol



Progestérone

Document 1c - Schéma de l'appareil reproducteur féminin



1. Annoter le schéma de l'appareil reproducteur féminin du document 1c (*reporter les numéros sur votre copie et indiquer les légendes*).
2. Après avoir défini le terme d'hormone, citer l'organe qui secrète l'hormone lutéinisante LH.
3. Les molécules d'oestradiol et de progestérone possèdent des groupes fonctionnels caractéristiques. Repérer, entourer et nommer ces groupes caractéristiques sur chacune des molécules (*la réponse sera portée directement sur le document 1b à rendre avec la copie*).
4. Définir ce qu'est un carbone asymétrique. En comparant les molécules d'oestradiol et de progestérone, identifier le carbone asymétrique supplémentaire porté par la molécule de progestérone : *indiquer par un astérisque (\*) ce carbone asymétrique supplémentaire directement sur le document 1b*.
5. Citer le précurseur moléculaire polycyclique commun à l'oestradiol et à la progestérone. En déduire la nature biochimique de ces hormones.
6. Exploiter les informations apportées par le document 1a pour expliquer qu'une femme ménopausée ne peut plus avoir d'enfant.
7. L'ovaire est également l'organe cible de l'hormone FSH. Décrire le rôle de cette hormone.

## DEUXIEME PARTIE : La drépanocytose (12 points)

**Problématique** : A partir de l'exemple de la drépanocytose, on cherche à montrer que le phénotype à différentes échelles, de la cellule à l'organisme, résulte de l'expression du génotype.

La drépanocytose également appelée anémie falciforme se caractérise par une altération de l'hémoglobine. L'hémoglobine (Hb) est une protéine composée de deux chaînes de bêta-globine ( $\beta$ -globine) et de deux chaînes d'alpha-globine ( $\alpha$ -globine). L'hémoglobine normale est appelée HbA et l'hémoglobine drépanocytaire HbS. La seule différence entre ces deux hémoglobines se situe au niveau de leurs chaînes bêta.

### Document 2 - Le témoignage d'un patient

« Mes parents ont découvert que j'étais atteint de drépanocytose lorsque j'avais 3 mois. Les médecins ont alors expliqué à mes parents que j'avais, à cet âge-là, commencé à synthétiser la chaîne  $\beta$  de la globine. Pour confirmer le diagnostic, on a réalisé un frottis sanguin. Puis pour savoir si j'avais la forme hétérozygote ou homozygote, ils ont réalisé une électrophorèse de l'hémoglobine. La confirmation est arrivée : j'avais la forme homozygote de la drépanocytose.

J'ai plusieurs types de symptômes. Le premier symptôme est bien sûr l'anémie\*. Le plus souvent, j'ai des crises aiguës, je ressens alors une fatigue intense et je suis parfois incapable de faire le moindre effort.

Aujourd'hui je suis âgé de 30 ans et ma vie se déroule à peu près normalement. Je dois suivre quelques mesures très simples : aérer mes pièces, ne pas aller dans des endroits trop chauds, ne pas aller en altitude et ne pas faire de sport de manière trop intensive.»

*Anémie\* : diminution de la concentration en hémoglobine dans le sang.*

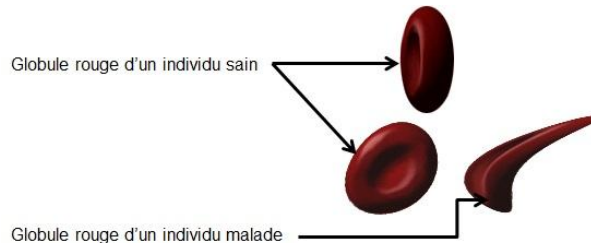
### Document 3 - Tableau comparatif de l'hématocrite et de la concentration en Hb entre une personne saine et une personne malade

	Hématocrite * (%)	Concentration en Hémoglobine (g/dL)
Père sain	45	18
Enfant malade	20	7,2

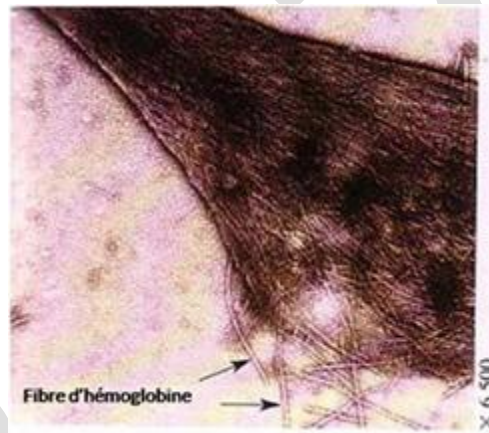
\* *Hématocrite : rapport du volume occupé par les globules rouges circulants au volume de sang total*

#### Document 4 - Quelques données cellulaires et moléculaires

(a) Schéma des hématies normales et drépanocytaires. Les hématies drépanocytaires sont qualifiées d'hématies falciformes.



(b) Observation au microscope électronique du contenu d'une hématie falciforme. Une fibre d'hémoglobine est constituée de nombreuses molécules d'HbS associées entre elles.



(c) Les hématies falciformes sont plus rigides que les hématies biconcaves et ne peuvent circuler correctement dans les capillaires les plus fins

#### Document 5 – Données moléculaires

a) Séquences nucléotidiques d'un fragment du gène qui code la chaîne de la bêta-globine chez un individu sain ( $\beta A$ ) et un individu drépanocytaire ( $\beta S$ )

$\beta A$                       Brin transcrit                      3' GGACTCCTCTTC 5'

$\beta S$                       Brin transcrit                      3' GGACACCTCTTC 5'

b) Séquences respectives des ARNm de la bêta-globine chez un individu sain ( $\beta A$ ) et un individu drépanocytaire ( $\beta S$ ).

$\beta A$                       ARNm 5' CCUGAGGUGUUG 3'

$\beta S$                       ARNm 5' CCUGUGGUGUUG 3'

## Annexes

### Annexe 1 - Le code génétique

		Deuxième lettre									
		U		C		A		G			
Première lettre	U	<b>UUU</b>	Phe	<b>UCU</b>	Ser	<b>UAU</b>	Tyr	<b>UGU</b>	Cys	<b>U</b>	Troisième lettre
		<b>UUC</b>	Phe	<b>UCC</b>	Ser	<b>UAC</b>	Tyr	<b>UGC</b>	Cys	<b>C</b>	
		<b>UUA</b>	Leu	<b>UCA</b>	Ser	<b>UAA</b>	Stop	<b>UGA</b>	Stop	<b>A</b>	
		<b>UUG</b>	Leu	<b>UCG</b>	Ser	<b>UAG</b>	Stop	<b>UGG</b>	Trp	<b>G</b>	
	C	<b>CUU</b>	Leu	<b>CCU</b>	Pro	<b>CAU</b>	His	<b>CGU</b>	Arg	<b>U</b>	
		<b>CUC</b>	Leu	<b>CCC</b>	Pro	<b>CAC</b>	His	<b>CGC</b>	Arg	<b>C</b>	
		<b>CUA</b>	Leu	<b>CCA</b>	Pro	<b>CAA</b>	Gln	<b>CGA</b>	Arg	<b>A</b>	
		<b>CUG</b>	Leu	<b>CCG</b>	Pro	<b>CAG</b>	Gln	<b>CGG</b>	Arg	<b>G</b>	
	A	<b>AUU</b>	Ile	<b>ACU</b>	Thr	<b>AAU</b>	Asn	<b>AGU</b>	Ser	<b>U</b>	
		<b>AUC</b>	Ile	<b>ACC</b>	Thr	<b>AAC</b>	Asn	<b>AGC</b>	Ser	<b>C</b>	
		<b>AUA</b>	Ile	<b>ACA</b>	Thr	<b>AAA</b>	Lys	<b>AGA</b>	Arg	<b>A</b>	
		<b>AUG</b>	Met	<b>ACG</b>	Thr	<b>AAG</b>	Lys	<b>AGG</b>	Arg	<b>G</b>	
	G	<b>GUU</b>	Val	<b>GCU</b>	Ala	<b>GAU</b>	Asp	<b>GGU</b>	Gly	<b>U</b>	
		<b>GUC</b>	Val	<b>GCC</b>	Ala	<b>GAC</b>	Asp	<b>GGC</b>	Gly	<b>C</b>	
		<b>GUA</b>	Val	<b>GCA</b>	Ala	<b>GAA</b>	Glu	<b>GGA</b>	Gly	<b>A</b>	
		<b>GUG</b>	Val	<b>GCG</b>	Ala	<b>GAG</b>	Glu	<b>GGG</b>	Gly	<b>G</b>	

**Annexe 2 : formules semi-développées de 20 acides aminés sous forme non ionisée**

$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <p>Alanine (Ala)</p>	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{NH} \\   \\ \text{C}=\text{NH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$ <p>Arginine (Arg) <b>pK<sub>R</sub> = 12,5</b></p>	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{C}=\text{O} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$ <p>Asparagine (Asn)</p>	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{C}=\text{O} \\   \\ \text{OH} \end{array}$ <p>Acide aspartique (Asp) <b>pK<sub>R</sub> = 3,9</b></p>	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{SH} \end{array}$ <p>Cystéine (Cys) <b>pK<sub>R</sub> = 8,3</b></p>
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{C}=\text{O} \\   \\ \text{OH} \end{array}$ <p>Acide glutamique (Glu) <b>pK<sub>R</sub> = 4,3</b></p>	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{C}=\text{O} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$ <p>Glutamine (Gln)</p>	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{H} \end{array}$ <p>Glycine (Gly)</p>	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{Imidazole ring} \end{array}$ <p>Histidine (His) <b>pK<sub>R</sub> = 6,0</b></p>	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <p>Isoleucine (Ile)</p>
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <p>Leucine (Leu)</p>	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$ <p>Lysine (Lys) <b>pK<sub>R</sub> = 10,5</b></p>	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{S} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <p>Méthionine (Met)</p>	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{Benzene ring} \end{array}$ <p>Phénylalanine (Phe)</p>	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{HN} \\   \\ \text{Cyclopentane ring} \end{array}$ <p>Proline (Pro)</p>
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{OH} \end{array}$ <p>Sérine (Ser)</p>	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <p>Thréonine (Thr)</p>	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{Indole ring} \end{array}$ <p>Tryptophane (Trp)</p>	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{Benzene ring with OH} \end{array}$ <p>Tyrosine (Tyr) <b>pK<sub>R</sub> = 10,1</b></p>	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <p>Valine (Val)</p>

Remarque : Le pK<sub>R</sub> correspond au pK<sub>a</sub> de la chaîne latérale de l'acide aminé.

1. A l'aide des **documents 2 et 3**, montrer que les informations apportées par l'analyse sanguine permettent d'expliquer certains des symptômes de la maladie.
2. Relever dans le **document 2** les informations qui indiquent que l'origine de la drépanocytose est héréditaire.
3. Préciser le génotype du patient qui témoigne, sachant que le gène de la bêta-globine se trouve sur un chromosome non sexuel.  
*L'allèle codant la bêta globine normale sera noté «  $\beta A$  » et l'allèle codant la bêta globine mutée sera noté «  $\beta S$  ».*
4. Comparer les deux séquences nucléotidiques partielles des allèles  $\beta A$  et  $\beta S$  proposées et préciser le type de mutation observée.
5. Expression de l'information génétique :
  - a. Citer et localiser au sein de la cellule eucaryote le processus biologique qui permet la synthèse des ARN messagers (ARNm).
  - b. Puis, à l'aide du code génétique (*voir annexe 1*), indiquer la séquence partielle en acides aminés de chacune des deux globines et identifier l'acide aminé modifié.
6. Conséquences du changement d'un acide aminé dans la chaîne de la bêta-globine sur les propriétés de l'hémoglobine :
  - a. A pH 7, pour chacun des 3 acides aminés « valine » – « acide glutamique » - « lysine » (*voir annexe 2*), écrire la formule semi-développée de la chaîne latérale avec ses charges électriques éventuelles
  - b. Donner le nom des interactions faibles que peuvent établir ces chaînes latérales dans un milieu de pH = 7.
  - c. Le changement de structure primaire de la bêta-globine expose le nouvel acide aminé en surface de la molécule d'hémoglobine. A l'aide des réponses aux questions précédentes, proposer une hypothèse expliquant pourquoi les molécules d'HbS s'agrègent les unes aux autres dans le milieu cytoplasmique aqueux.
  - d. A l'aide des informations apportées par le document 4 proposer une explication à la forme des globules rouges drépanocytaires.
7. En conclusion de toute cette étude rédiger une synthèse qui permettra de répondre à la problématique initiale (*un texte d'une centaine de mots environ est attendu*).