

**UNIVERSITÉ PAUL SABATIER**  
**FACULTÉ DE MÉDECINE TOULOUSE-PURPAN**

**PACES**

**ANNÉE UNIVERSITAIRE 2017-2018**

**UE1 : BIOMOLECULES**

**Q.C.M. d'ENTRAINEMENT**  
**Sans patron de réponses**

**Pr Bertrand PERRET, PU-PH**  
**Pr Frédérique SAVAGNER, PU-PH**  
**Dr Sylvie CASPAR-BAUGUIL, MCU-PH**  
**Dr Isabelle GENNERO, MCU-PH**  
**Dr Anne-Lise Genoux, MCU-PH**  
**Dr Safouane HAMDY, MCU-PH**  
**Dr Frédérique SABOURDY, MCU-PH**

*FASCICULE 1*

## ACIDES AMINES - PEPTIDES – PROTEINES (Pr. PERRET)

### Q.C.M. 1

A propos des acides aminés, quelles sont les propositions exactes ?

- A. La grande majorité des acides aminés naturels appartient à la série L en considérant que le groupement aminé joue le rôle du groupement hydroxyle dans le L glycéraldéhyde
- B. Tous les acides aminés comportent un carbone asymétrique
- C. La valine est un acide aminé indispensable
- D. La substitution d'un acide aminé par un autre au sein d'une protéine, entraîne toujours une pathologie fœtale létale
- E. Tous les acides aminés présentent un maximum de solubilité pour un pH voisin de leur pHi

### Q.C.M. 2

A propos des acides aminés, quelles sont les propositions exactes ?

- A. Tous les acides aminés sont actifs sur la lumière polarisée
- B. Tous les acides aminés à l'état libre comportent une fonction aminé primaire
- C. Les acides aminés sont des molécules amphotères
- D. Les acides aminés sont d'autant plus hydrosolubles que leur chaîne latérale hydrocarbonée est longue
- E. Le pHi d'un acide aminé est toujours égal à la moyenne des pK d'ionisation de la fonction  $\alpha$ -carboxylique et  $\alpha$ -aminé.

### Q.C.M. 3

Huit acides aminés ont été classés comme essentiels en fonction d'un critère simple : l'absence d'un seul d'entre eux du régime alimentaire entraîne un bilan protéique négatif.

Parmi les composés suivants, quels sont les acides aminés qui sont essentiels en se basant sur le critère précédent :

- A. Thréonine
- B. Asparagine
- C. Glutamine
- D. Valine
- E. Histidine.

### Q.C.M. 4

En considérant les acides aminés suivants : I, L et V, quelles sont les propositions exactes ?

- A. Ce sont des acides aminés indispensables
- B. Ils sont responsables de liaisons hydrophobes au sein des protéines les contenant
- C. Ce sont des acides aminés aliphatiques
- D. Ils ont tous les 3 un pHi voisin de 8,5
- E. Ils sont retrouvés dans les hélices  $\alpha$  des segments transmembranaires de protéines.

### Q.C.M. 5

A propos de la sérine, quelles sont les propositions exactes ?

- A. La L-sérine comporte un carbone asymétrique de configuration S
- B. La sérine comporte trois fonctions ionisables
- C. Par décarboxylation, la sérine donne naissance à l'éthanolamine
- D. La sérine participe à la structure de certains phospholipides
- E. Certaines protéines kinases modifient les résidus sérine, en les phosphorylant.

### Q.C.M. 6

- A. La désamination oxydative du glycofolle donne directement de l'acide pyruvique
- B. La thréonine est un acide aminé polaire
- C. La carnitine est un transporteur transmitochondrial d'acides aminés
- D. La décarboxylation de la choline fait apparaître de l'éthanolamine
- E. L'homocystéine résulte de la méthylation de la méthionine.

### Q.C.M. 7

A propos de la cystéine (C), quelles sont les propositions exactes ?

- A. Elle est un acide aminé soufré
- B. Après oxydation puis décarboxylation de la cystéine, on obtient la taurine qui se lie aux acides biliaires
- C. Elle possède une fonction Thiol
- D. Elle permet l'établissement de ponts di-sulfure intra ou inter-chaînes dans les protéines
- E. Son dérivé décarboxylé entre dans la composition du coenzyme A.

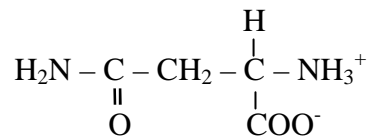
**Q.C.M. 8**

A propos des acides aminés suivants : F, Y, W

- A. Ils présentent un maximum d'absorption lumineuse entre 250 et 280 nm
- B. Ils sont tous les 3 modifiés sous l'action de protéine kinases spécifiques
- C. Ils peuvent interagir entre eux par des liaisons hydrophobes
- D. Y est précurseur dans la synthèse d'un neuromédiateur à la suite d'une étape d'hydroxylation suivie d'une étape de décarboxylation
- E. W est précurseur dans la synthèse d'un neuromédiateur à la suite d'une étape d'hydroxylation suivie d'une étape de décarboxylation.

**Q.C.M. 9**

En considérant la molécule suivante, quelles sont les propositions exactes ?



- A. C'est un dipeptide de structure GG
- B. Il s'agit de l'acide aminé N
- C. Elle intervient dans la constitution des liaisons N-osidique des glycoprotéines
- D. Elle peut établir une liaison peptidique au sein d'une protéine
- E. Le pHi de cette molécule est la moyenne des pK d'ionisation de la fonction  $\alpha$  aminé et de la fonction  $\alpha$  carboxylique.

**Q.C.M. 10**

Concernant les acides aminés constitutifs des protéines, indiquez la ou les propositions exactes.

- A. Certains peuvent posséder deux fonctions acides
- B. Certains peuvent posséder trois fonctions acides
- C. Ils sont tous amphotères
- D. À pH inférieur à 4, et à l'état libre, ils ont une charge globale négative
- E. Les acides aminés aromatiques présentent un pic d'absorption UV à 210 nm.

**Q.C.M. 11**

Parmi les propriétés suivantes, quelles sont celles qui s'appliquent à l'histidine ?

- A. C'est un acide aminé neutre
- B. Elle comporte un cycle imidazole
- C. Au sein de l'hémoglobine, elle est liée au  $\text{Fe}^{++}$  par une liaison de coordination
- D. Par décarboxylation, elle donne naissance à un médiateur impliqué dans l'allergie
- E. Sa courbe de titration révèle deux pK différents.

**Q.C.M. 12**

Concernant la thréonine, indiquer la ou les propositions exacte(s)

- A. Elle est un acide aminé non indispensable
- B. Elle possède deux carbones asymétriques
- C. Elle possède une fonction alcool secondaire
- D. Au sein d'une protéine, elle peut être phosphorylée par certaines protéines kinases
- E. Elle induit un changement de direction de la chaîne peptidique dans laquelle elle se trouve.

**Q.C.M. 13**

A propos de l'acide aminé Q, indiquez la (ou les) propositions exacte(s)

- A. Elle possède une fonction amide sur sa chaîne latérale
- B. Elle possède 4 atomes de carbone et 2 atomes d'azote
- C. Son pH isoélectrique est voisin de 10
- D. Elle est impliquée dans le transport de l'ammoniac dans le sang
- E. Au sein d'un mélange d'acides aminés, elle peut être séparée de l'acide glutamique par une chromatographie sur résine échangeuse de cations.

**Q.C.M. 14**

- A. L'uréogénèse se déroule au niveau du tube rénal
- B. La transaminase glutamo-pyruvique (TGP) active spécifiquement la transamination de l'acide aspartique
- C. L'acide  $\alpha$ -céto glutarique et l'acide glutamique participent aux réactions de transamination
- D. La ninhydrine oxydée agissant en milieu aqueux sur un acide aminé le dégrade en faisant apparaître, entre autres, une molécule d'azote
- E. Les sels d'acides aminés sont moins solubles dans l'eau distillée que les acides aminés dont ils sont issus.

**Q.C.M. 15**

Concernant l'acide glutamique, quelle(s) est (sont) la (les ) propositions exactes ?

- A. A l'état libre, il possède deux fonctions acides
- B. Au sein d'une protéine, l'action d'une carboxylase dépendante de la vitamine K, fait apparaître une 2<sup>e</sup> fonction acide portée par le carbone  $\gamma$
- C. A pH 6, il se fixe sur une colonne échangeuse de cations
- D. Son dérivé amidé a un pH isoélectrique voisin de 6
- E. C'est un substrat de transaminases

**Q.C.M. 16**

- A. L'angiotensine II provoque l'augmentation de la sécrétion d'aldostérone qui induit la réabsorption de sodium
- B. La sécrétion de rénine est activée, entre autres, par l'augmentation de la pression sanguine, l'hyperhydratation ou l'augmentation de la concentration sanguine en NaCl
- C. La bradykinine et l'histamine ont des propriétés vasodilatatrices
- D. La sécrétine stimule la sécrétion d'eau et de bicarbonate par le pancréas exocrine
- E. La thyrocalcitonine est une hormone stéroïdienne.

**Q.C.M. 17**

Quelles sont les propositions exactes concernant les acides aminés ? On donne des valeurs approchées des pK des différents groupes ionisés :  $\alpha$ -aminé : 9,3 ;  $\alpha$ -carboxylique : 2,1 ;  $\epsilon$ -aminé : 10,5 ;  $\gamma$ -carboxylique : 4.

- A. Dans un peptide en solution à pH 7,5, la fonction  $\gamma$ -carboxylique d'un résidu E est ionisée
- B. V, I et L sont tous des acides aminés non-cycliques et apolaires
- C. Par décarboxylation oxydative de R, on obtient un médiateur de l'allergie
- D. L'oxaloacétate peut être obtenu par transamination de D
- E. P induit une rupture de la structure d'une hélice  $\alpha$ .

**Q.C.M. 18**

Quelles sont les propositions exactes concernant les acides aminés ?

- A. C produit systématiquement un changement de direction de la chaîne peptidique
- B. Le thiol libre de M peut être phosphorylé
- C. W donne lieu à des pontages covalents intra- ou inter-chaînes
- D. Au sein d'une protéine, L, I et W peuvent intervenir dans des liaisons hydrophobes
- E. D et K peuvent interagir par des liaisons ioniques

**Q.C.M. 19**

On réalise une chromatographie d'échange de cations avec élution par un gradient de pH, pour séparer un mélange de 3 acides aminés : K, D et L. Quelles sont la (les) proposition(s) exacte(s) ?

- A. K est le premier acide aminé élué
- B. D est le dernier acide aminé élué
- C. L est le deuxième acide aminé élué
- D. L'élution est réalisée en augmentant le pH
- E. La phase stationnaire de cette chromatographie est chargée négativement.

**Q.C.M. 20**

On considère les acides aminés E et K. On donne des valeurs approchées des pK des différents groupes ionisés :  $\alpha$ -aminé : 9,3 ;  $\alpha$ -carboxylique : 2,1 ;  $\epsilon$ -aminé : 10,5 ;  $\gamma$ -carboxylique : 4.

- A. Le pHi de E est voisin de 6,65
- B. Le pHi de K est voisin de 9,8
- C. Le pHi du dipeptide EK est voisin de 6,65
- D. A pH 5, EK et K se fixent sur une colonne échangeuse de cations
- E. A pH 8, E et K sont tous les deux exclus d'une colonne échangeuse de cations.

**Q.C.M. 21**

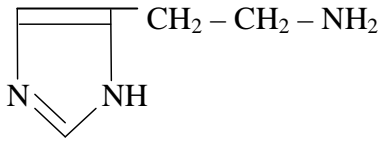
On considère le peptide suivant : M-K-I-F-S-V-Y-I-L-E-G, quelles sont les propositions exactes ?

- A. La masse moléculaire du peptide avoisine 11 200 Da
- B. Ce peptide peut être la partie N-terminale d'une protéine traduite
- C. Ce peptide comporte un (des) résidus phosphorylables par des protéines kinases
- D. L'indice d'hydrophobicité de ce peptide excède 50%
- E. Le pHi de ce peptide est voisin de 6,65

NB : On rappelle les valeurs approchées des pK des différents groupes ionisés :  $\alpha$ -aminé : 9,3 ;  $\alpha$ -carboxylique : 2,1 ;  $\epsilon$ -aminé : 10,5 ;  $\gamma$ -carboxylique : 4.

**Q.C.M. 22**

Le composé suivant :



- A. Dérive de l'histidine par décarboxylation
- B. Est la sérotonine
- C. Est sécrété en abondance au cours des réactions allergiques
- D. Possède deux azotes ionisables
- E. A un pHi voisin de 3

**Q.C.M. 23**

A propos de la tyrosine, quelles sont les propositions exactes ?

- A. Elle présente différentes formes mésomères
- B. Elle a un caractère plus hydrophobe que l'acide aminé F
- C. Sa phosphorylation est sous la dépendance de protéines kinases C
- D. Les résidus Y-phosphorylés interagissent avec des domaines spécifiques de protéines de la signalisation cellulaire
- E. Le produit de sa décarboxylation est la dopamine.

**Q.C.M. 24**

La tyrosine est le précurseur des médiateurs et hormones suivants :

- A. La dopamine
- B. La noradrénaline
- C. La sérotonine
- D. La 3,5,3'-triiodothyronine
- E. Le cortisol

**Q.C.M. 25**

Les hormones thyroïdiennes :

- A. Sont constituées par les mono et les di iodotyrosines
- B. Sont constituées par la tri et la tétra iodotyrosines
- C. Exercent notamment des effets sur le métabolisme des lipides
- D. Leur sécrétion est contrôlée par une gonadotrophine hypophysaire : la FSH
- E. Elles exercent leurs effets par l'intermédiaire de récepteurs spécifiques qui modulent la transcription de gènes cibles.

**Q.C.M. 26**

Concernant les dérivés du tryptophane, quelles sont les propositions exactes ?

- A. La tryptamine est issue de la décarboxylation du tryptophane
- B. La sérotonine est le dérivé de 5-hydroxylation de la tryptamine
- C. La mélatonine est le dérivé éthyly de la sérotonine
- D. La mélatonine est l'hormone régulatrice du sommeil
- E. La sérotonine est stockée dans les plaquettes sanguines.

**Q.C.M. 27**

En considérant l'acide N-méthyl-N-guanido-acétique, quelles sont les propositions exactes ?

- A. Cette molécule est porteuse d'une fonction amine tertiaire
- B. En plus de la fonction carboxylique libre, cette molécule possède un groupement ionisable identique à celui du résidu R
- C. Son dérivé guanido-phosphate constitue une forme de réserve énergétique dans le muscle
- D. Elle peut se cycliser par amidification interne
- E. La concentration urinaire du dérivé circulant de cette molécule est proportionnelle à la masse musculaire.

**Q.C.M. 28**

Les transaminases – ALAT et ASAT - sont des aminotransférases, permettant la prise en charge du groupement  $\text{NH}_3$ , potentiellement toxique, libéré lors du catabolisme des acides aminés. Quelles sont les propositions exactes ?

- A. Les transaminases utilisent l'acide  $\alpha$ -cétoglutarique comme co-substrat
- B. L'acide aminé Q, représente la forme circulante d'accumulation de  $\text{NH}_3$
- C. Un des produits de l'ALAT est l'acide oxalo-acétique
- D. Les transaminases utilisent le phosphate de pyridoxal comme co-enzyme
- E. Une augmentation des ALAT et ASAT sanguines est observé lors de la lyse des hépatocytes.

**Q.C.M. 29**

A propos de la liaison peptidique, quelles sont les propositions exactes :

- A. La liaison peptidique est une liaison amide
- B. La liaison peptidique est située dans un plan comportant 6 atomes dont les 2 carbones  $\alpha$  des acides aminés liés
- C. Les carbones  $\alpha$  des acides aminés liés sont toujours en configuration cis par rapport à la liaison peptidique
- D. Un type de liaison peptidique fréquemment rencontré dans les protéines implique la fonction  $\epsilon$  aminé des résidus lysine
- E. Les liaisons hydrogène établies entre liaisons peptidiques contribuent à la stabilité des feuillettes  $\beta$  antiparallèles.

**Q.C.M. 30**

A propos du fascinant glutathion, quelles sont les propositions exactes :

- A. Le glutathion correspond à la structure DCG
- B. Le glutathion présente une liaison pseudopeptidique
- C. Le glutathion oxydé présente des fonctions thiol libres
- D. Le glutathion intervient dans les mécanismes de défense anti-radicalaire
- E. La masse moléculaire du glutathion réduit est voisine de 660 Da.

**Q.C.M 31**

Soit un mélange de 3 peptides : a) K-W-I-G ; b) L-E-C-D ; c) A-G-Q-S

Indiquez la proposition qui correspond au classement correct de ces peptides, par ordre décroissant de leur pHi.

- A. b, c, a
- B. c, b, a
- C. c, a, b
- D. a, c, b
- E. a, b, c

**Q.C.M. 32**

On traite par le 2-4 dinitro fluorobenzène chacun des fragments obtenus après action de la trypsine sur le fragment N-terminal suivant d'une protéine : M-Y-C-K-A-R-R-I-S-E-G-G.

Après hydrolyse des liaisons peptidiques, quels sont les DNP-AA susceptibles d'être retrouvés ?

- A. DNP-Lys
- B. DNP-Tyr
- C. DNP-Ile
- D. DNP-Ala
- E. DNP-Gly

**Q.C.M. 33**

La composition en acides aminés d'un octapeptide a été déterminée en combinant différentes techniques d'hydrolyse : 2 Ala, 2 Cys, 1 Ser, 1 Phe, 1 Glu et 1 Lys. Cet octapeptide est scindé par la trypsine en un tripeptide A contenant Ala, Cys et Lys et un pentapeptide B où l'Ala est C-terminale. Le dinitrofluorobenzène réagit avec B et après hydrolyse, DNP Phe est isolé. L'hydrolyse partielle de B fournit un mélange à partir duquel sont identifiés Ser-Cys et Phe-Ser.

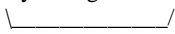
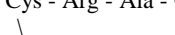
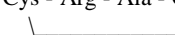
Parmi les propositions suivantes, choisir celles qui sont compatibles avec les résultats ci-dessus :

- A. Phe est N-terminal dans le peptide B
- B. La séquence du peptide B est déduite sans ambiguïté des faits observés
- C. La séquence Lys Phe Ser Cys est retrouvée dans l'octapeptide
- D. L'acide aminé N terminal de l'octapeptide est connu : c'est la cystéine
- E. L'acide aminé N terminal de l'octapeptide est connu : c'est l'alanine.

**Q.C.M. 34**

Après traitement par le dinitrofluorobenzène, un peptide permet d'isoler un dérivé DNP-F. Le peptide subit l'action d'un agent réducteur ( $\beta$ -mercaptoéthanol). L'action secondaire de la trypsine permet ensuite d'isoler deux peptides. L'un est un tripeptide qui après plusieurs techniques d'hydrolyse combinées révèle la présence des résidus F, C et R. L'action du DNFB sur le deuxième met en évidence un dérivé DNP-A.

Parmi les propositions suivantes, donner celle(s) qui répond(ent) aux conditions précédentes

- A. Ala - Cys - Arg - Phe - Cys - Met  

- B. Phe - Cys - Arg - Cys - Ala - Met
- C. Phe - Cys - Arg - Ala - Cys - Met  

- D. Ala - Cys - Arg - Phe - Cys - Met
- E. Phe - Cys - Arg - Ala - Cys - Ala - Met  


**Q.C.M. 35**

A propos de la structure secondaire des protéines, quelles sont les propositions exactes ?

- A. Le pas d'une hélice  $\alpha$  a une distance projetée de 5,4 Å, correspondant à 3,6 résidus d'acides aminés
- B. Au sein d'un feuillet  $\beta$ , la distance projetée entre deux acides aminés est plus grande qu'au sein d'une hélice  $\alpha$
- C. Une même protéine ne peut contenir qu'un seul type de structure secondaire
- D. Au sein d'une hélice  $\alpha$ , la cohésion est assurée par des liaisons hydrogènes entre liaisons peptidiques
- E. Les acides aminés K, E et H sont très représentés au sein de hélices  $\alpha$  transmembranaires.

**Q.C.M. 36**

A propos de la structure des protéines, quelles sont les propositions exactes ?

- A. La connaissance de la structure primaire permet de prédire en grande partie la structure tertiaire d'une protéine
- B. Le sodium dodecyl sulfate rompt les interactions hydrophobes au sein d'une protéine
- C. Le sodium dodecyl sulfate est sans effet sur la structure quaternaire d'une protéine
- D. L'addition de  $\beta$ -mercaptoéthanol à des protéines permet l'oxydation des cystéines en acide cystéique
- E. Dans une protéine multimérique, les monomères sont toujours identiques.

**Q.C.M. 37**

Quels sont parmi les acides aminés suivants, ceux qui ont un effet déstabilisant sur une structure en hélice  $\alpha$ , à pH = 8,5

- A. Val
- B. Pro
- C. Deux Lys contiguës dans la structure primaire
- D. Trp
- E. Leu

**Q.C.M. 38**

A propos de la structure secondaire des protéines, quelles sont les propositions exactes ?

- A. Elle est à la base de l'effet coopératif entre sous-unités au sein d'une protéine multimérique
- B. Elle est conditionnée par la valeur fixe des angles que font les plans des liaisons peptidiques successives
- C. Dans une hélice  $\alpha$ , la distance projetée entre deux acides aminés adjacents est de 1,5 Å
- D. L'hélice  $\alpha$  est une structure plus étirée qu'un feuillet  $\beta$  plissé
- E. Les hélices  $\alpha$  sont absentes dans les protéines fibrillaires.

**Q.C.M. 39**

Concernant les structures en feuillets  $\beta$  plissés, quelles sont les propositions exactes ?

- A. Ils sont absents dans les protéines globulaires
- B. Ils sont stabilisés par des liaisons hydrogène inter-chaînes
- C. Ils sont composés le plus souvent de brins anti-parallèles
- D. Ils sont stabilisés par une proportion élevée des résidus E, K et S
- E. La distance projetée entre deux acides aminés adjacents est de 3,5 Å.

**Q.C.M. 40**

Quelles sont les liaisons caractérisant la structure primaire des protéines ?

- A. Liaisons ponts di-sulfures
- B. Liaisons ponts hydrogène
- C. Liaisons ioniques
- D. Liaisons peptidiques
- E. Liaisons hétérosidiques

**Q.C.M. 41**

Concernant les protéines :

- A. La structure primaire des protéines est caractérisée par un enchaînement d'acides aminés
- B. Les liaisons hydrogènes stabilisent les structures secondaires des protéines
- C. Le site actif d'une protéine est déterminé par la structure tertiaire d'une protéine
- D. L'association de monomères définit la structure secondaire d'une protéine
- E. La structure quaternaire d'une protéine est détruite en présence de détergents

**Q.C.M. 42**

Il existe plusieurs types de collagènes différents par leurs structures primaires, leurs localisations tissulaires et leurs fonctions.

Quelles sont les propositions exactes ?

- A. Le collagène est la protéine la plus répandue chez les mammifères
- B. Le collagène est une protéine globulaire comportant une forte proportion de feuillets  $\beta$  plissés
- C. A chaud, en présence d'eau, les collagènes permettent d'obtenir un gel
- D. Les acides aminés les plus fréquents du collagène de type I sont Gly, Pro
- E. Les acides aminés les plus fréquents du collagène de type I sont Cys, Lys.

**Q.C.M. 43**

A propos de la structure du Collagène de type I, quelles sont les propositions exactes ?

- A. Elle comporte une proportion élevée de feuillets  $\beta$  plissés
- B. Dans sa composition, il comporte une proportion élevée de résidus P et G
- C. Sa structure quaternaire résulte de l'association de 4 hélices
- D. Les ponts hydrogènes établis entre les groupements carbonyles et aminés de résidus G appartenant à des hélices différentes stabilisent la structure du collagène de type I
- E. Les molécules de collagène de type I peuvent être liées par liaisons covalentes et constituer des fibrilles longues de quelques micromètres.

**Q.C.M. 44**

A propos du collagène de type I, quelles sont les propositions exactes ?

- A. Les liaisons covalentes entre super-hélices de collagène impliquent les résidus P
- B. Les liaisons covalentes entre molécules de collagène supposent la formation de groupement  $\delta$ -carbonyl sur des molécules de lysine
- C. Les liaisons covalentes entre molécules de collagène font apparaître des zones de recouvrement repérables en microscopie électronique
- D. La molécule de collagène est hydrosoluble
- E. Le collagène de type I est abondant dans la peau, les os et les tendons.

**Q.C.M. 45**

A propos des transporteurs d'oxygène, quelles sont les propositions exactes ?

- A. La myoglobine est une protéine globulaire
- B. Les chaînes de globine sont riches en hélices  $\alpha$
- C. Le noyau hème est lié aux chaînes de globine par l'intermédiaire de liaisons de coordination
- D. Les chaînes de globine de l'hémoglobine sont liées par des liaisons hydrophobes et ioniques
- E. Le noyau hème est centré autour d'un ion  $\text{Fe}^{+++}$

**Q.C.M. 46**

A propos de l'hémoglobine :

- A. Le fer de l'hème est dans un état d'hybridation  $sp^3d^2$
- B. Les quatre chaînes polypeptidiques de l'hémoglobine sont maintenues ensemble par des ponts di-sulfures
- C. Il y a 4 sites de liaison du dioxygène dans une molécule d'hémoglobine
- D. Le transport du  $\text{CO}_2$  par l'hémoglobine se fait par liaison de coordination avec le fer en déplaçant l'oxygène
- E. Le monoxyde de carbone se fixe sur le fer avec une affinité 200 fois supérieure à celle du dioxygène.

**Q.C.M. 47**

A propos des transporteurs de l'oxygène, quelles sont les propositions exactes ?

- A. Le noyau hème contient 4 atomes d'azote qui établissent des liaisons de coordination avec le fer  $\text{Fe}^{+++}$
- B. Le Fer ferreux qui participe à la structure de l'hème autorise 6 liens de coordination
- C. Une liaison de coordination est établie entre un résidu H sur une hélice  $\alpha$  de la chaîne de globine et le fer  $\text{Fe}^{++}$
- D. L'oxygène moléculaire établit une liaison de coordination avec le fer  $\text{Fe}^{++}$
- E. Les liaisons de coordination de l'hème sont identiques dans la myoglobine et l'oxymyoglobine.

**Q.C.M. 48**

A propos des transporteurs d'oxygène, quelles sont les propositions exactes ?

- A. L'hémoglobine est tétramérique et contient deux chaînes  $\alpha$  et deux chaînes  $\beta$
- B. L'hémoglobine comporte un seul noyau hème
- C. A une  $p\text{O}_2$  de 20 mm Hg, la saturation en oxygène de l'hémoglobine est supérieure à la saturation de la myoglobine
- D. Myoglobine et hémoglobine ont des affinités comparables pour l'oxygène
- E. La structure quaternaire de l'hémoglobine est à l'origine de l'effet coopératif de la fixation d'oxygène.

**Q.C.M. 49**

A propos de la structures des immunoglobulines , quelles sont les propositions exactes ?

- A. Les immunoglobulines G comportent deux chaînes légères et deux chaînes lourdes
- B. Les chaînes légères des IgG sont associées entre-elles par deux ponts di-sulfures
- C. Les chaînes lourdes des IgG sont associées entre-elles par deux ponts di-sulfures
- D. La reconnaissance des antigènes par une IgG se fait par l'intermédiaire des extrémités C-terminales des chaînes lourdes
- E. Les extrémités  $\text{NH}_2$ -terminales des chaînes légères et des chaînes lourdes contiennent des domaines de séquences variables.



**Q.C.M. 50**

A propos de la structure et de la fonction des immunoglobulines, quelles sont les propositions exactes ?

- A. Au sein de IgG, les ponts di-sulfures intrachaînes délimitent des domaines d'environ 110 acides aminés, organisés en feuillets  $\beta$  plissés
- B. L'architecture des domaines  $\text{NH}_2$ -terminaux des chaînes légères et des chaînes lourdes détermine les sites de reconnaissance des antigènes
- C. Après migration par électrophorèse en gel de polyacrylamide (PAGE), en présence de SDS, les IgG donnent une seule bande de 75 kDa
- D. Après migration en PAGE, en présence de SDS et de  $\beta$ -mercaptoéthanol, les IgG donnent deux bandes de 50 kDa et 25 kDa, respectivement
- E. Le traitement des IgG par la papaïne libère trois fragments d'environ 50 kDa, dont deux sont porteurs d'un site de reconnaissance antigénique.

**REPONSES acides aminés-protéines**

Q.C.M.	Réponses	Q.C M.	Réponses	Q.C.M.	Réponses
1	A, C	23	A, D	45	A, B, C
2	C	24	A, B, D	46	A, C, E
3	A, D	25	B, C, E	47	B, C, D
4	A, B, C, E	26	A, B, D, E	48	A, E
5	A, C, D, E	27	A, B, C, D, E	49	A, C, E
6	B	28	A, B, D, E	50	A, B, D, E
7	A, B, C, D, E	29	A, B, E		
8	A, C, D, E	30	B, D		
9	B, C, D, E	31	D		
10	A, C	32	C, D		
11	B, C, D	33	A, B, C		
12	B, C, D	34	C, E		
13	A, D, E	35	A, B, D		
14	C	36	A, B		
15	A, B, D, E	37	A, B, C, E		
16	A, C, D	38	B, C		
17	A, B, D, E	39	B, C, E		
18	D, E	40	D		
19	C, D, E	41	A, B, C, E		
20	B, C, D	42	A, C, D		
21	B, C, D, E	43	B, D, E		
22	A, C, D	44	B, C, E		

## COENZYMES (Pr. PERRET)

### Q.C.M. 1

- A. Le  $\text{NAD}^+$  est formé d'un nucléotide, d'un ribose phosphate et de l'amide nicotinique
- B. Dans la chaîne respiratoire, le FMN permet de régénérer le NAD oxydé
- C. Le phosphate de pyridoxal est un coenzyme électrophile
- D. Chez les humains, la vitamine  $\text{B}_9$  est partiellement synthétisée par les bactéries de la flore intestinale
- E. L'acide lipoïque capte, oxyde, active et transporte une molécule tricarbonée dans le cadre de sa fonction coenzymatique.

### Q.C.M. 2.

L'adénosine est parfois retrouvée dans la structure de certains coenzymes :

- A. Le FAD
- B. Le  $\text{NAD}^+$
- C. Le coenzyme A
- D. Le phosphate de pyridoxal
- E. L'acide folique.

### Q.C.M. 3

A propos du  $\text{NAD}^+$  et du  $\text{NADP}^+$  . . . .

- A. Ils peuvent, en présence d'un apoenzyme spécifique, fixer un proton et deux électrons
- B. Leur structure possède un noyau pyridine
- C. Leur précurseur vitamérique est la vitamine  $\text{B}_3$
- D. Ils absorbent spécifiquement les rayonnements lumineux de longueur d'onde égale à 340nm
- E. Ils ne diffèrent l'un de l'autre que par la présence d'un groupement ester phosphorique.

### Q.C.M. 4.

A propos du phosphate de pyridoxal :

- A. Il participe aux réactions de décarboxylation des acides aminés
- B. Il intervient dans la transformation d'un acide aminé en acide cétonique
- C. Au cours des réactions de transamination, il est transformé en pyridoxamine
- D. Sa forme active possède un azote quaternaire
- E. Il possède dans sa structure le noyau pyridine.

### Q.C.M. 5.

A propos du FMN, quelles sont les propositions exactes ?

- A. Il comporte dans sa structure une molécule d'AMP
- B. Il contient une molécule de ribose-5-phosphate
- C. Son précurseur vitamérique est la vitamine  $\text{B}_2$
- D. Il peut accepter deux protons et deux électrons
- E. Il participe à la chaîne respiratoire mitochondriale.

### Q.C.M. 6.

A propos de l'acide folique, quelles sont les propositions exactes ?

- A. Sa structure comporte un acide aspartique
- B. Sa structure comporte un résidu d'acide paraminobenzoïque
- C. Il est précurseur de l'acide  $\text{N}^5 \text{N}^{10}$  méthylène-tetrahydrofolique
- D. Il est précurseur de l'acide  $\text{N}^5$ -formyl-tetrahydrofolique
- E. C'est un transporteur d'ammoniac.

### Q.C.M. 7.

L'acide pyruvique peut, en présence d'un apoenzyme spécifique, réagir avec:

- A. Le phosphate de pyridoxal et un amino-acide
- B. Le coenzyme A pour donner l'acétyl-CoA
- C. Le  $\text{NADH}$ ,  $\text{H}^+$  et se transformer en acide lactique
- D. La carboxybiotine et se transformer en acide oxaloacétique
- E. L'acide folique pour être méthylé.

### Q.C.M. 8.

Parmi les molécules suivantes, quels sont les coenzymes porteurs d'un ou plusieurs atomes de soufre :

- A. Biotine
- B. Coenzyme A
- C. Glutathion
- D. S-adénosyl-méthionine
- E. Phosphate de pyridoxal.

**Q.C.M. 9.**

Le nicotinamide-adénine-dinucléotide (NAD<sup>+</sup>) :

- A. Intervient dans des réactions d'oxydo-réduction
- B. Sous forme réduite, il peut être dosé par spectrophotométrie dans l'ultraviolet
- C. Cette molécule comporte un groupement pyrophosphate
- D. Le site actif est porté par le groupement adénosyl
- E. Dérive de la pyrimidine.

**Q.C.M. 10.**

A propos du pyridoxal phosphate, quelles sont les propositions exactes ?

- A. C'est un dérivé de la pyridine
- B. Il est lié par une liaison covalente avec un résidu K de l'apoenzyme
- C. Il est indispensable au métabolisme des acides aminés
- D. Il dérive de la vitamine B6
- E. Lors de la première étape du schéma réactionnel, il établit une liaison amide avec le substrat.

**Q.C.M. 11.**

A propos de la biotine, quelles sont les propositions exactes ?

- A. C'est un donneur de groupements -NH<sub>2</sub>
- B. Elle fixe le groupement CO<sub>2</sub> sur un atome d'azote
- C. Elle est caractérisée par un cation sulfonium
- D. Elle est liée de manière covalente à un résidu K de l'apoenzyme
- E. Elle est le coenzyme d'une pyruvate carboxylase.

**Q.C.M. 12.**

A propos des coenzymes flaviniques, quelles sont les propositions exactes ?

- A. Ils possèdent un noyau dérivant de l'alloxane
- B. Leur principe de fonctionnement consiste en un transport de deux protons et de deux électrons
- C. Ce sont des transporteurs de groupements formimino
- D. Ils interviennent au cours de la méthylation des histones
- E. Leur solubilité dans l'eau est accentuée par la présence de groupement(s) phosphate(s) dans la molécule.

**Q.C.M. 13**

- A. La S-adénosyl méthionine est le transporteur privilégié du groupement méthényle
- B. La voie des pentoses phosphates permet, entre autres, la production de ribose-5P et de NADPH, H<sup>+</sup>
- C. Un coenzyme dérivé de l'isoalloxazine permet de régénérer un des coenzymes du complexe de la pyruvate déshydrogénase
- D. Le phosphate de pyridoxal est un transporteur de chaînon dicarboné
- E. La partie active du NAD<sup>+</sup> est localisée dans un noyau pyrimidine.

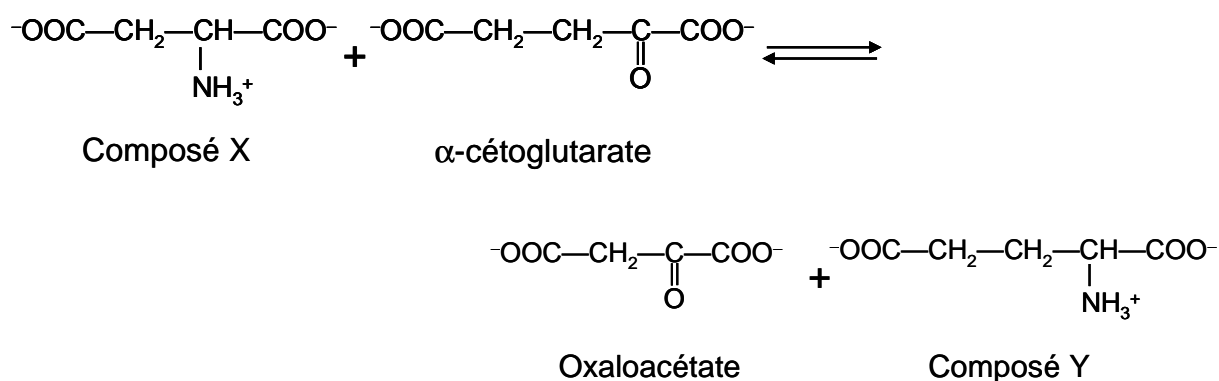
**REPONSES COENZYMES**

1	A.B.C.D	10	A.B.C.D
2	A.B.C.	11	B.D.E
3	A.B.C.E	12	A.B.E.
4	A.B.C.D.E	13	B.C.
5	C.D.E		
6	B.C.D		
7	A.B.C.D		
8	A.B.D.		
9	A.B.C.		

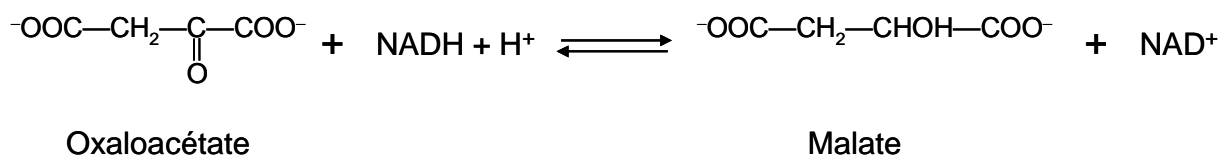
## ENZYMOLOGIE (Pr. PERRET)

QCM N°1 : Soient les deux réactions suivantes :

**Réaction 1** (catalysée par ASAT ou Aspartate aminotransférase aussi appelée TGO ou Transaminase Glutamo-Oxaloacétique):



**Réaction 2** (catalysée par malate déshydrogénase) :



- A. Le composé X est l'acide glutamique.
- B. Le composé Y est l'acide aspartique.
- C. L'enzyme catalysant la réaction 1 est une lyase.
- D. L'enzyme catalysant la réaction 2 est une hydrolase.
- E. L'enzyme catalysant la réaction 1 est une transférase.

QCM N°2 : On met à incuber dans un tube à 37°C, dans un tampon à pH 7.3 (optimal pour les deux enzymes), un mélange renfermant des quantités adéquates de composé X,  $\alpha$ -cétoglutarate, NADH et malate déshydrogénase. Après ajout d'un échantillon de plasma sanguin renfermant de l'enzyme ASAT, la réaction est suivie en continu par mesure de la densité optique à 340 nm ( $DO_{340\text{nm}}$ ). On précise que l'activité de la malate déshydrogénase ajoutée dans l'incubation est plusieurs fois supérieure à celle de l'ASAT apportée par le sérum. On vous rappelle par ailleurs que le  $\text{NAD}^+$  n'absorbe pas la lumière à 340 nm, contrairement au NADH.

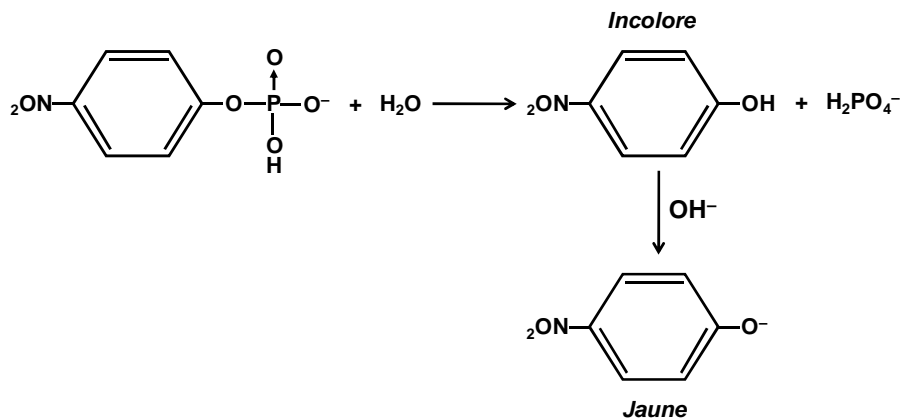
- A. Les réactions 1 et 2 sont couplées, l'oxaloacétate formé dans la Réaction 1 étant immédiatement transformé dans la Réaction 2.
- B. Dès l'ajout de l'échantillon de plasma, on peut observer une augmentation de la  $DO_{340\text{nm}}$ .
- C. Pendant l'incubation, pour chaque nmol de composé X convertie, 2 nmol de malate sont formées.
- D. Pendant l'incubation, pour chaque nmol de composé X convertie, 1 nmol de NADH est consommée.
- E. Pendant l'incubation, la concentration en oxaloacétate augmente puis diminue secondairement.

**QCM N°3 :** Pour effectuer le dosage de l'activité de l'ASAT dans un plasma obtenu à partir d'un prélèvement sanguin, on ajoute 0,5 ml de ce plasma à 2 ml d'une solution renfermant les composés et enzymes décrits dans la question précédente. On mesure une variation de  $DO_{340nm}$  égale à 0,240 pendant 4 min.

Pour répondre aux questions ci-dessous, on utilisera une valeur approchée du coefficient d'extinction molaire du NADH à 340 nm ( $\epsilon = 6 \times 10^3 \text{ M}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ ).

- A. La variation de la concentration en NADH pendant l'incubation de 4 min est de 40 nmol/ml.
- B. La quantité de composé X convertie par l'ASAT au cours de cette incubation de 4 min est de 20 nmol.
- C. L'activité enzymatique de l'ASAT présente dans l'échantillon de plasma utilisé dans cette mesure est de 25 nmol/min.
- D. L'activité enzymatique de l'ASAT dans le plasma testé est de 50 U /l.
- E. Par des calculs plus complexes, on peut aussi déduire de cette mesure l'activité de la malate déshydrogénase dans le plasma.

**QCM N°4 :** Le schéma ci-dessous donne le principe du dosage d'une phosphatase acide à l'aide d'un substrat artificiel, le *p*-nitrophényl phosphate.

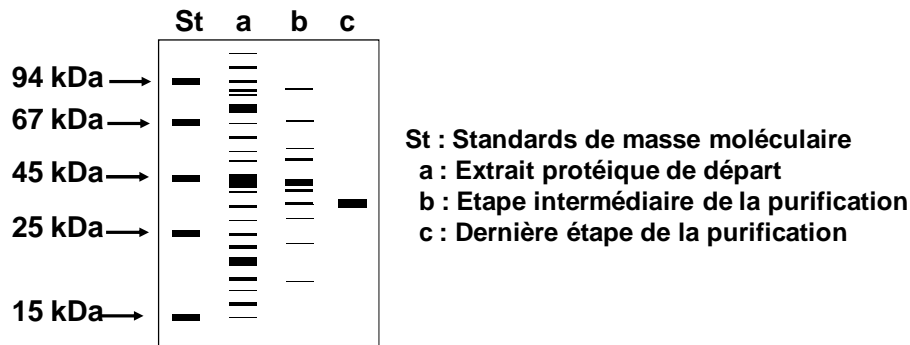


Pour ce dosage, on incube dans un tampon à pH 5,0 du *p*-nitrophényl phosphate en concentration saturante en présence d'un échantillon d'une solution de protéines renfermant potentiellement une phosphatase acide. L'incubation est déclenchée par ajout de 0,01 ml d'échantillon (contenant 5 mg/ml de protéines) à 0,09 ml de solution de substrat. Après une incubation de 5 min, on rajoute 0,9 ml d'une solution de soude, qui amène le pH à 9,5. Cette alcalinisation arrête la réaction enzymatique et provoque la dissociation du *p*-nitrophénol, qui se colore en jaune et absorbe la lumière avec un maximum à 405 nm. La mesure de la  $DO_{405nm}$  effectuée à ce moment-là donne une valeur de 0,360.

Le coefficient d'extinction molaire du *p*-nitrophénol à 405nm et pH 9,5 est égal à  $18000 \text{ M}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ .

- A. La concentration de *p*-nitrophénol dans la solution utilisée pour la lecture de DO est de 20 nmol/ml.
- B. La quantité de *p*-nitrophénol produite par la phosphatase acide dans cet essai est de 2 nmol.
- C. L'activité de la phosphatase acide présente dans cette mesure est de 4 mU.
- D. L'activité de la phosphatase acide dans la solution de protéines testée est de 40 mU/ml.
- E. L'activité spécifique de la phosphatase acide dans la solution de protéines testée est de 80 mU/mg de protéine.

**QCM N°5 :** Le dosage décrit dans la question précédente est mis à profit pour purifier une phosphatase acide à partir d'un extrait de rate humaine. La figure ci-dessous montre l'état d'avancement de la purification de la protéine à travers l'analyse des extraits protéiques en SDS-PAGE (conditions non réductrices).



Par ailleurs, on réalise un dosage de l'activité phosphatase acide à chacune de ces trois étapes (Tableau ci-dessous). Les dosages effectués sur les extraits (1), (2) et (3) ne sont pas donnés forcément dans l'ordre de la purification.

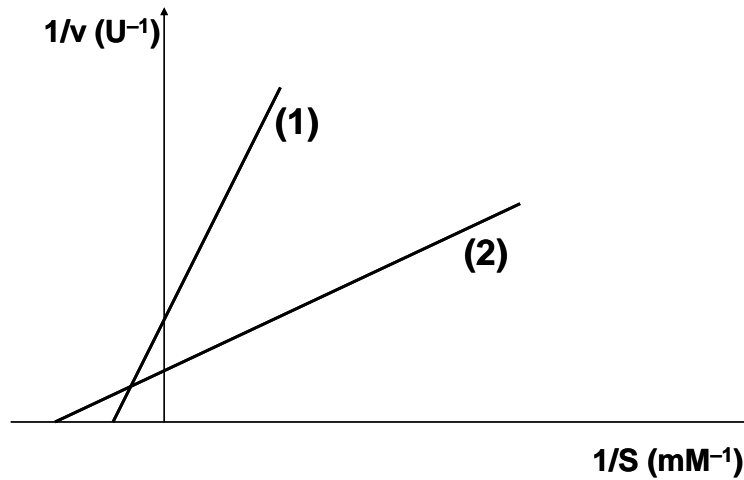
Extrait	Dosage (U/mg de protéine)
(1)	<b>1500</b>
(2)	<b>0,075</b>
(3)	<b>75</b>

- A. A l'étape finale de la purification, la phosphatase acide est pure.
- B. L'extrait (1) du tableau correspond à la piste (b) de l'électrophorèse.
- C. L'extrait (2) du tableau correspond à la piste (a) de l'électrophorèse.
- D. L'extrait (3) du tableau correspond à la piste (b) de l'électrophorèse.
- E. Le facteur de purification de la phosphatase acide entre l'extrait initial et la protéine pure est de 20000.

**QCM N°6 :** Avec l'enzyme purifiée, on réalise un certain nombre de mesures d'activité en faisant varier la concentration en substrat. On compare dans ces conditions les activités obtenues avec le *p*-nitrophényl phosphate et le phénylphosphate. Le tableau ci-dessous donne les valeurs de  $K_m$  et  $V_m$  ainsi mesurées.

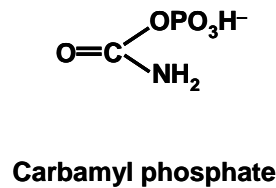
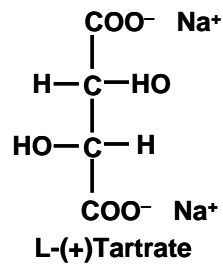
Substrat	$K_m$ (mM)	$V_m$ (U/mg)
<i>p</i> -Nitrophényl phosphate	<b>2</b>	<b>1500</b>
Phényl phosphate	<b>4</b>	<b>750</b>

Par ailleurs, la Figure ci-dessous donne les courbes expérimentales ayant permis d'établir les valeurs du tableau.



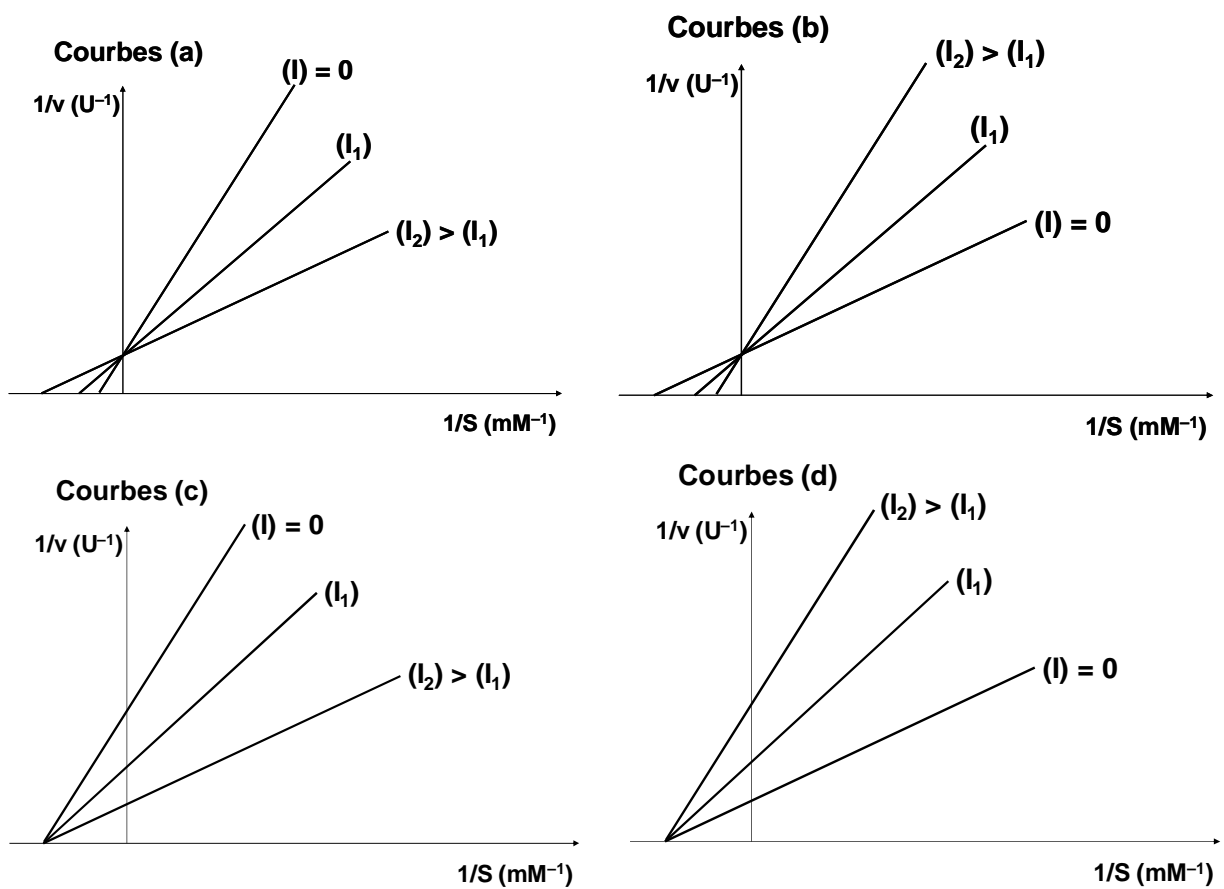
- A. La phosphatase acide étudiée a une meilleure affinité pour le phényl phosphate que pour le *p*-nitrophényl phosphate.
- B. Les valeurs de  $V_m$  rapportées dans le tableau ont été mesurées en présence d'une concentration en substrat égale au  $K_m$  de chacun des substrats.
- C. L'activité de la phosphatase acide mesurée en présence d'une concentration en *p*-nitrophényl phosphate de 2 mM est égale à la vitesse mesurée en présence d'une concentration saturante en phényl phosphate.
- D. La courbe (1) de la Figure ci-dessous correspond au *p*-nitrophényl phosphate.
- E. Il n'y a aucune cohérence entre les résultats du Tableau et ceux de la Figure.

**QCM N°7 :** Une nouvelle série de mesures d'activité de la phosphatase acide purifiée est réalisée en faisant varier la concentration en substrat (*p*-nitrophényl phosphate), soit en absence soit en présence de deux inhibiteurs de l'enzyme. Un inhibiteur est le L-tartrate de sodium, l'autre est le carbamyl phosphate, dont les structures sont données ci-dessous :



De ces deux inhibiteurs, l'un est compétitif, l'autre est non compétitif.

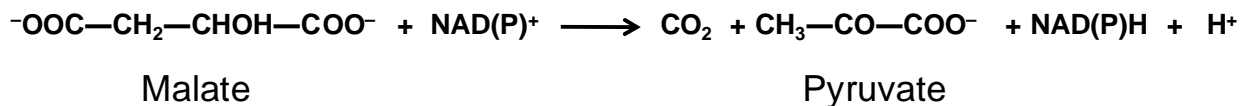
Les schémas ci-dessous vous donnent des séries de courbes (a), (b), (c) et (d) dont certaines décrivent le comportement de l'un ou l'autre des inhibiteurs.



- A. Les courbes (a) décrivent le comportement du carbamyl phosphate.
- B. Les courbes (b) décrivent le comportement du L(+)-tartrate.
- C. Les courbes (c) décrivent le comportement du carbamyl phosphate.
- D. Les courbes (d) décrivent le comportement du L(+)-tartrate.
- E. L'inhibiteur compétitif est le L(+)-tartrate

**Exercice :**

L'exercice qui va suivre (QCM 8 à 12) est consacré à une seule enzyme, l'enzyme **malique**, qui catalyse la réaction suivante :



Le sigle NAD(P)<sup>+</sup> indique que l'isoforme concernée peut utiliser soit le NAD<sup>+</sup> soit le NADP<sup>+</sup> comme coenzyme. Pour doser son activité, on met à incuber les protéines avec une solution de malate et de NAD<sup>+</sup> ou de NADP<sup>+</sup> dans un tampon à pH 7,4 à 30°C. L'activité est déterminée à partir de la mesure en continu de la DO<sub>340nm</sub> du milieu incubé. Ce dosage est réalisé sur des suspensions de mitochondries isolées à partir de différents tissus ou organes, les résultats étant donnés dans le tableau suivant :



**Tableau I**

Cellules utilisées pour isoler les mitochondries	Activité spécifique (mU/mg protéines)
Foie de rat adulte	< 1
Foie de rat nouveau-né	< 1
Foie de rat fœtal	< 1
Hépatome de rat	32
Hépatome de souris	82
Leucémie de souris	47
Cancer mammaire de souris	25
Thymome de souris	45

QCM N°8 :

- Lors du dosage, l'activité de l'enzyme malique provoque une diminution de la  $DO_{340nm}$  du milieu de mesure.
- Les différences entre les valeurs mesurées suggèrent que les cellules tumorales sont beaucoup plus riches en mitochondries que les cellules normales.
- Les différences entre les valeurs mesurées suggèrent que les mitochondries de cellules tumorales renferment beaucoup plus d'enzyme malique que les mitochondries de cellules normales.
- Les augmentations observées ne concernent qu'un seul type histologique de tumeurs.
- La comparaison des mitochondries de foie adulte, de foie fœtal et d'hépatome indique que l'enrichissement en enzyme malique dans les mitochondries est un phénomène simplement lié à la vitesse de la prolifération cellulaire.

Une équipe de chercheurs se lance alors dans la purification de l'enzyme malique à partir de mitochondries de l'hépatome de souris. Les activités spécifiques mesurées sont les suivantes :

**Tableau II**

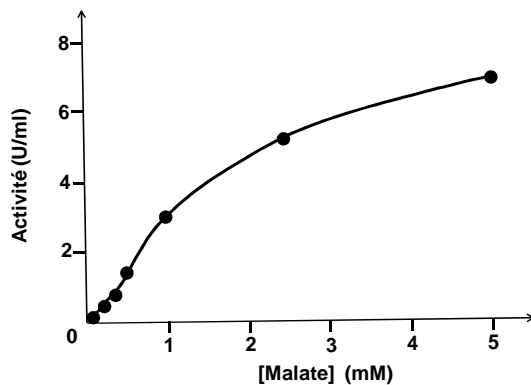
Extrait utilisé	Activité spécifique (mU/mg protéines)	Facteur de purification global
Mitochondries hépatome de souris	70	1
Extrait solubilisé de mitochondries	140	2
DEAE cellulose	980	14
Chromatographie d'affinité sur colonne d'ATP	24500	x

La solution de protéine obtenue après la chromatographie d'affinité est analysée en SDS-PAGE en présence de mercaptoéthanol et donne une seule bande colorée de masse moléculaire apparente 61 kDa. Par ailleurs, en gel filtration, le volume d'éluion est compatible avec une masse moléculaire apparente de 240 kDa.

**QCM N°9 :**

- A. Le facteur de purification global de la protéine à l'issue de la chromatographie d'affinité est de 350.
- B. Le facteur de purification global de la protéine à l'issue de la chromatographie d'affinité est de 25.
- C. L'enzyme malique a une structure monomérique.
- D. L'enzyme malique est un homodimère.
- E. L'enzyme malique est un homotétramère.

On teste ensuite les propriétés cinétiques de l'enzyme malique purifiée et l'on obtient les résultats suivants :

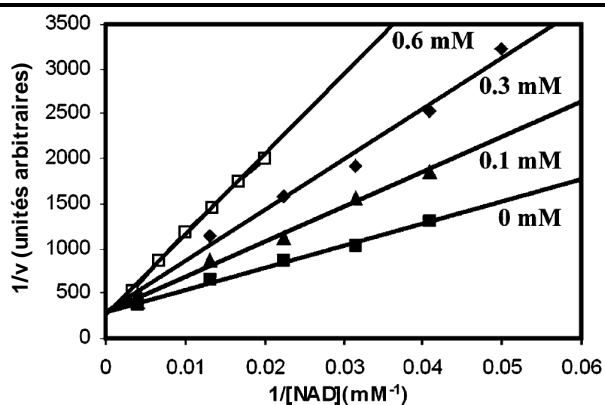


**Figure 1**

**Tableau III**

(mesures réalisées en absence ou en présence de fumarate (2 mM))

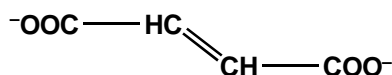
Km		
Substance	- Fumarate	+ Fumarate
Malate	<b>3,6 mM</b>	<b>0,34 mM</b>
NAD <sup>+</sup>	<b>55 μM</b>	<b>9 μM</b>
NADP <sup>+</sup>	<b>72 μM</b>	<b>13 μM</b>



**Figure 2**

(mesures effectuées en absence (0 mM) ou en présence de concentrations croissantes d'ATP (0,1 mM ; 0,3 mM ; 0,6 mM))

On vous rappelle la structure du fumarate :



QCM N°10 :

- A. La courbe de la Figure 1 est conforme avec les données de masses moléculaires rapportées plus haut lors de la purification de l'enzyme.
- B. L'enzyme malique étudiée a une meilleure affinité pour le NADP<sup>+</sup> que pour le NAD<sup>+</sup>.
- C. Le fumarate est un inhibiteur compétitif du malate.
- D. Le fumarate est un activateur allostérique de l'enzyme malique.
- E. L'ATP est un inhibiteur non compétitif du NAD<sup>+</sup>.

La purification de l'enzyme malique a ensuite conduit au clonage de son ADNc, ce qui a permis la production d'importantes quantités de protéine. Celles-ci ont ainsi pu être cristallisées, ce qui a permis de déterminer la structure tridimensionnelle de l'enzyme malique par diffraction des rayons X. Le résultat principal de cette détermination est donné dans la Figure 3 ci-dessous, obtenue avec de l'enzyme malique cristallisée en présence de fumarate et d'ATP :

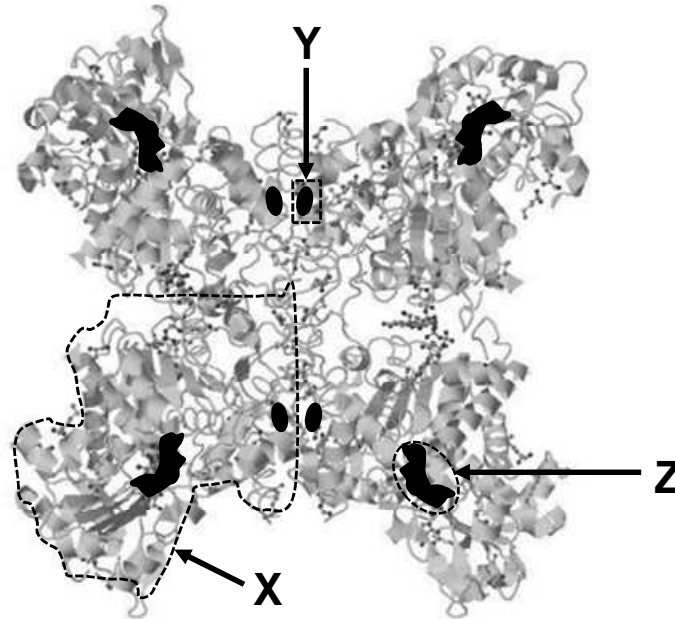




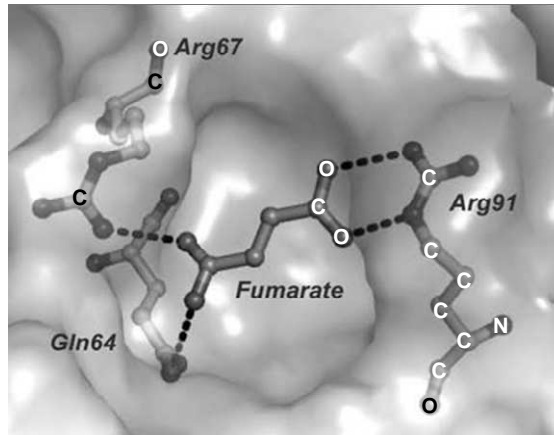
Figure 3

**Légende :**  = ATP  = fumarate

QCM N°11 :

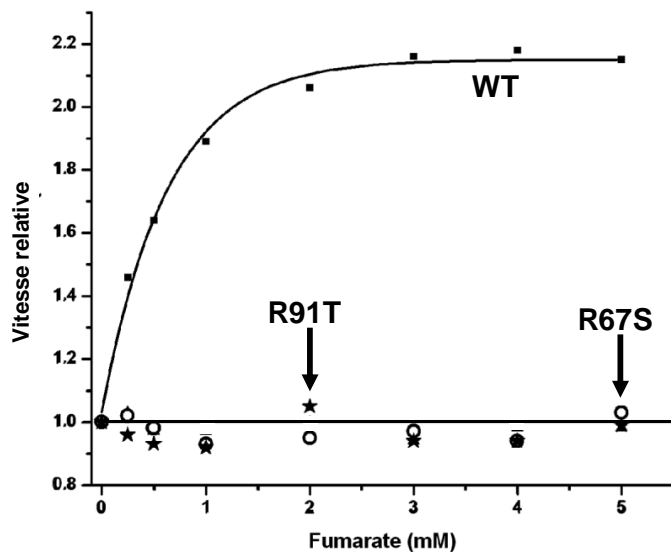
- A. La partie X de la Figure 3 entourée d'un pointillé est une sous-unité de la protéine homotétramérique qui correspond à l'enzyme malique.
- B. La partie Y de la Figure 3 entourée d'un pointillé correspond au site actif de l'enzyme malique (1 par sous-unité).
- C. La partie Z de la Figure 3 entourée d'un pointillé correspond à un site de régulation allostérique de l'enzyme malique (1 par sous-unité).
- D. Les données structurales de la Figure 3 sont cohérentes avec la cinétique présentée sur la Figure 1.
- E. Les données structurales de la Figure 3 sont cohérentes avec les données fonctionnelles de la Figure 2.

La Figure 4 ci-dessous nous présente quelques détails de la partie Y mise en évidence dans la Figure 3. Les structures du fumarate et des acides aminés de l'enzyme malique en contact direct avec lui sont données sous forme « balles et bâtonnets » selon des formules topologiques ne faisant pas apparaître les atomes d'hydrogène. Pour vous aider, la nature de quelques atomes est indiquée.



**Figure 4**

Par ailleurs, on prépare des ADNc dans lesquels on introduit des mutations ponctuelles de la séquence codante de l'enzyme malique : R67S correspond au remplacement de l'Arg67 (R) par une Sérine (S) ; R91T correspond au remplacement de l'Arg91 (R) par une thréonine (T). Les deux protéines mutées sont produites sous forme recombinante chez *Escherichia coli*, purifiées et utilisées pour des dosages enzymatiques. Leurs propriétés sont comparées à celles de l'enzyme sauvage (WT pour Wild Type). Les résultats essentiels sont résumés dans la Figure 5 ci-dessous :



**Figure 5** (L'activité relative est le rapport activité mesurée/activité de l'enzyme sauvage en l'absence de fumarate).

QCM N°12 :

- Le fumarate interagit avec l'arginine 91 par l'intermédiaire de 2 liaisons hydrophobes.
- Le fumarate interagit avec l'arginine 67 par l'intermédiaire de 2 liaisons ioniques.
- La partie représentée dans la Figure 4 doit être directement exposée à l'extérieur de la protéine c'est-à-dire aux molécules d'eau du solvant.
- Les résultats de la Figure 5 indiquent que chacune des mutations (R67S ou R91T) abolit l'activité de l'enzyme malique.
- Les résultats de la Figure 5 sont cohérents avec les données structurales de la Figure 4.

## **Réponses enzymologie**

QCM N°1 : **E**

QCM N°2 : **A D**

QCM N°3 : **A C D**

QCM N°4 : **A C E**

QCM N°5 : **A C D E**

QCM N°6 : **C**

QCM N°7 : **D**

QCM N°8 : **C**

QCM N°9 : **A E**

QCM N°10: **A D**

QCM N°11: **A D E**

QCM N°12: **E**

## LIPIDES (Pr. PERRET)

**Q.C.M. 1.** Les acides gras insaturés naturels :

- A. Sont oxydables du fait de la présence de double-liaisons
- B. Ont, pour la majorité d'entre eux, une structure linéaire
- C. L'acide docosahéxaénoïque (n-3) est un acide gras essentiel
- D. L'élongation et la désaturation d'un acide gras de série n-6 ne peut conduire qu'à un autre acide gras n-6
- E. Dans ce contexte, l'acide C20:4 (n-6) dérive C18:2 (6,9)

**Q.C.M. 2.** L'oxydation énergétique d'un acide gras naturel insaturé aboutit à la formation de :

- 25% de molécules hexacarbonées monocarboxyliques,
- 25% de molécules hexacarbonées dicarboxyliques,
- 50% de molécules tricarbonées dicarboxyliques.

De quel acide gras s'agit-il ?

- A. L'acide 9-hexadécénoïque
- B. L'acide C18:3(n-6)
- C. L'acide C20:3(n-6)
- D. L'acide 6,9,12 octadécatriénoïque
- E. L'acide 9,12,15 octadécatriénoïque.

**Q.C.M. 3.** Un acide gras naturel est traité par le permanganate de potassium et subit ainsi une oxydation énergétique. Dans ces conditions, une mole de l'acide gras considéré génère 3 moles d'acide malonique, une mole de pentanedioïque et une mole d'hexanoïque.

Cet acide gras est le :

- A. L'acide 9-12 octadécadiénoïque
- B. L'acide 5-8-11-14-17 eicosapentaénoïque
- C. L'acide 9 octadécénoïque
- D. L'acide 9-12-15 octadécatriénoïque
- E. L'acide 5-8-11-14 eicosatétraénoïque.

**Q.C.M. 4.** A propos des acides gras naturels, quelles sont les propositions exactes ?

- A. A longueur de chaîne égale un acide gras insaturé a une température de fusion plus élevée qu'un acide gras saturé.
- B. Ils peuvent renfermer dans leur structure, des doubles liaisons de géométrie généralement *cis*
- C. Ils entrent dans la composition de nombreux lipides complexes, uniquement sous forme d'esters.
- D. Ils se disposent en monocouche à la surface de l'eau
- E. A longueur de chaîne égale de deux isomères *cis* et *trans* d'acide gras insaturé, l'isomère *trans* a le point de fusion le plus élevé.

**Q.C.M. 5.** A propos des acides gras naturels, quelles sont les propositions exactes ?

- A. Ils servent de substrat énergétique, notamment dans le myocarde et dans le muscle squelettique
- B. Ce sont des molécules amphipathiques
- C. En milieu aqueux, ils forment spontanément des structures en double-couche
- D. Dans les adipocytes, ils sont stockés, sous forme de triglycérides de réserve, au sein de la membrane plasmique
- E. Leur température de fusion augmente avec le nombre de carbones.

**Q.C.M. 6.** A propos de l'acide linoléique ou acide 9-12 octadécadiénoïque, quelles sont les propositions exactes ?

- A. Il appartient à la série n – 6
- B. Il n'est pas synthétisé par l'espèce humaine
- C. C'est un précurseur de l'acide arachidonique (C 20 :4, n-6)
- D. Il a un point de fusion inférieur à celui de l'acide oléique [acide 9-octadécénoïque]
- E. Au sein des phospholipides naturels, il estérifie préférentiellement la fonction alcool secondaire du glycérol..

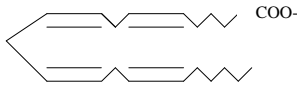
**Q.C.M. 7.** Parmi les 5 esters du glycérol ci-dessous, lequel ou lesquels agit(ssent) sur la lumière polarisée ?

- A. 1-palmitoyl-2-stéaroyl-3-oléoyl-sn-glycérol
- B. tri-stéaroyl-glycérol
- C. 2-arachidonoyl-sn-glycérol
- D. 3-palmitoléoyl-sn-glycérol
- E. 1-3 dilinoléoyl-sn-glycérol.

**Q.C.M. 8.** L'oxydation énergétique d'un acide gras naturel insaturé aboutit à la formation d'un monoacide  $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_7\text{-COOH}$  et d'un diacide  $\text{COOH-(CH}_2\text{)}_7\text{-COOH}$ . De quels acides gras s'agit-il ?

- A. Acide octadécénoïque (n-3)
- B. Acide eicosatétraénoïque (n-6)
- C. Acide 9 octadécénoïque
- D. Acide 9 hexadécénoïque
- E. Acide octadécénoïque (n-9).

**Q.C.M. 9.** La structure suivante :



correspond à celle de l'acide :

- A. 8,11,14 octadecatriénoïque
- B. 5,8,11,14 eicosatétraénoïque
- C. Eicosatétraénoïque (n-3)
- D. Eicosatétraénoïque (n-6)
- E. Docosahexaénoïque (n-3).

**Q.C.M. 10.** Parmi les acides gras suivants quel est celui dont la température de fusion sera la plus haute ?

- A. Acide octadécanoïque
- B. Acide 9-12-octadécadiénoïque
- C. Acide 9-12-15-octadécatriénoïque
- D. Acide 9-octadécénoïque
- E. Acide hexadécanoïque .

**Q.C.M. 11.** On considère une huile végétale particulière, l'huile « H », qui contient une forte teneur en alpha-tocophérol. Afin de déterminer la composition lipidique de l'huile « H », les triacylglycérols constitutifs ont été complètement hydrolysés par une lipase exogène et les acides gras libérés ont été soumis à une oxydation énergétique. A l'issue de cette étape, on isole les dérivés suivants et eux seuls : acide nonan-1,9-dioïque ; acide nonanoïque ; acide hexanoïque ; acide malonique.

- A. Les triacylglycérols de l'huile « H » peuvent contenir du C16:0 et du C20:4 (n-6)
- B. Les triacylglycérols de l'huile « H » peuvent contenir du C18:1 (n-9) et du C18:2 (n-6)
- C. Les triacylglycérols de l'huile « H » contiennent au moins un acide gras n-3
- D. L'absorption intestinale de ces acides gras à partir de l'huile « H » suppose l'action préalable de la lipoprotéine lipase
- E. L'absorption intestinale de l'alpha-tocophérol nécessite la présence d'acides biliaires.

**Q.C.M. 12.** Parmi les molécules suivantes, lesquelles se comportent comme des anions à pH physiologique ?

- A. Les phosphatidyl sérines (PS)
- B. Les phosphatidylinositols-bisphosphates (PIP<sub>2</sub>)
- C. Les acides phosphatidiques
- D. Le 1-octadécényl-2-oléoyl-sn-GPC
- E. Les diphosphatidyl-glycérols.

**Q.C.M. 13.** Les triglycérides ou triacylglycérols :

- A. Sont hydrolysés par la lipase pancréatique pour donner des lysophospholipides seuls capables d'être absorbés par les entérocytes
- B. Sont resynthésés dans l'entérocyte avant d'être déversés dans la circulation lymphatique
- C. Sont insensibles à l'hydrolyse alcaline
- D. Sont toujours des triesters d'acides gras saturés et de glycérol
- E. Sont localisés à la surface des chylomicrons.

**Q.C.M. 14.** Les triglycérides ou triacylglycérols :

- A. Sont des triesters d'acides gras et du glycérol
- B. Dans la lumière intestinale, sont hydrolysés par la phospholipase A2 pancréatique
- C. Sont le constituant majeur des lipoprotéines de très basse densité ou VLDL
- D. Sont hydrolysés dans la circulation sanguine par une enzyme présente à la surface des cellules endothéliales: la lipoprotéine lipase
- E. Au sein du tissu adipeux, sont hydrolysés par la lipase hormono-sensible.

**Q.C.M. 15.** Les triglycérides ou triacylglycérols :

- A. Sont véhiculés dans le plasma par les chylomicrons et les VLDL
- B. Dans l'organisme, ce sont les lipides pondéralement majoritaires
- C. Constituent la forme de réserve des acides gras dans les adipocytes
- D. Sont hydrolysés par des phospholipases pour former des lysodérivés
- E. Leur hydrolyse par la lipoprotéine lipase (LP) permet la fourniture d'acides gras aux muscles squelettiques et au cœur.

**Q.C.M. 16.** Le Glycérol :

- A. Est une molécule qui contient 3 fonctions alcools primaires
- B. Participe à la structure des glycéro-phospholipides sous forme de sn-glycéro-3-phosphate
- C. Le carbone n° 2, au sein du sn glycéro-3-phosphate présente une configuration S
- D. Le carbone n° 2 au sein d'une phosphatidylcholine présente une configuration R
- E. Le glycérol est représenté deux fois dans la structure du diphosphatidylglycérol.

**Q.C.M. 17.** On considère les deux molécules suivantes :

**1-palmitoyl-2-linoléoyl-sn-glycérol (I) et 2-linoléoyl-3-palmitoyl-sn-glycérol (II)**

- A. Les molécules I et II sont des énantiomères
- B. Les molécules I et II peuvent provenir de l'hydrolyse du 1,3-dipalmitoyl-2-linoléoyl-glycérol par une lipase
- C. Les deux molécules, I et II, peuvent provenir de l'hydrolyse de phosphatidylcholines par une phospholipase C
- D. La molécule I peut constituer un second messager conduisant à l'activation de protéine kinases C
- E. L'hydrolyse acide en présence de méthanol du mélange des molécules I et II génère du méthyl-palmitate et du méthyl-linoléate en quantités équimoléculaires.

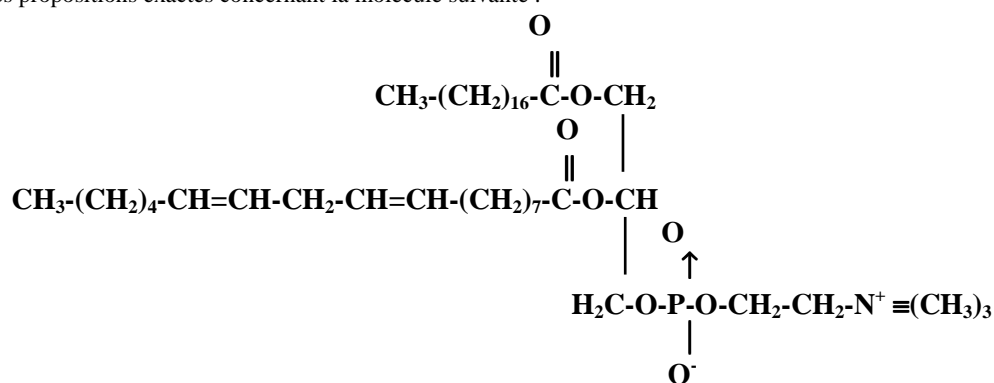
**Rappel :** acide palmitique : C16:0 ; acide linoléique : C18:2 (9,12)

**Q.C.M. 18.** Quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) suivante(s) exacte(s) ?

Le sn-glycérol-3 phosphate.

- A. Possède un carbone asymétrique de configuration R
- B. Est présent dans la structure de tous les phospholipides
- C. Possède une fonction alcool primaire susceptible de participer à la formation de liaisons acyl-esters ou alkyl-éthers
- D. Est représenté 2 fois dans la structure des diphosphatidylglycérols
- E. Est substrat d'une phospholipase D.

**Q.C.M. 19.** Quelles sont les propositions exactes concernant la molécule suivante :



- A. L'hydrolyse en présence de soude permet d'obtenir parmi les produits libérés, un stéarate de potassium
- B. L'action d'une phospholipase A<sub>2</sub> libère un acide octadécadiénoïque (n-6)
- C. L'action de la phospholipase D libère un produit soluble dans l'eau, la phosphorylcholine
- D. L'hydrolyse acide complète de ce composé permet d'obtenir une molécule d'éthanolamine
- E. Ce composé peut correspondre à la structure d'un phospholipide retrouvé au niveau des membranes plasmiques.

**Q.C.M. 20.** Au cours de l'hydrolyse enzymatique des glycérophospholipides :

- A. La phospholipase C hydrolyse la liaison ester entre le groupement phosphate et un alcool aminé
- B. La phospholipase A<sub>1</sub> hydrolyse la liaison ester en position 1 du sn glycérol
- C. La phospholipase D est à l'origine de la formation de lysocomposés
- D. La phospholipase A<sub>2</sub> hydrolyse indifféremment les liaisons acylesters en position 1 ou 2 du glycérol.
- E. La phospholipase D libère toujours un composé contenant C, H, O, N.

**Q.C.M. 21.** On fait agir la phospholipase C sur la 1-palmitoyl-2-arachidonoyl-sn-glycéro-3-phosphorylcholine, quel(s) produit(s) hydrosoluble(s) obtient-on ?

- A. Un diacylglycérol
- B. Un lysophospholipide
- C. La glycérophosphorylcholine
- D. Un alcool aminé
- E. La phosphorylcholine.

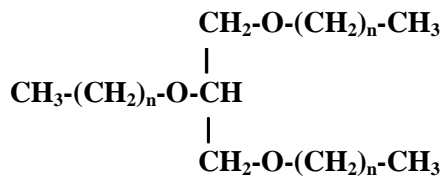
**Q.C.M. 22.** Quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) suivante(s) exacte(s) ?

Les phosphatidylinositols-4,5-bisphosphates (PI-4,5P<sub>2</sub>)

- A. Sont, au sein des membranes plasmiques, des phospholipides anioniques
- B. Leur hydrolyse par une phospholipase C cellulaire génère des diacylglycérols et de l'inositol-4-phosphate
- C. Dans les PI-4,5P<sub>2</sub>, la conformation la plus stable du noyau inositol est celle dont les substituants sont majoritairement en position axiale
- D. L'hydrolyse des PI-4,5 P<sub>2</sub> par une phospholipase C cellulaire conduit secondairement à une mobilisation des pools intracellulaires de calcium
- E. Le dérivé d'inositol libéré par l'action d'une phospholipase C sur les PI-4,5P<sub>2</sub> est dépourvu d'activité optique.



**Q.C.M. 23.** Soit la formule suivante :



- A. Il s'agit d'un diglycéride hétérogène
- B. Ce composé dévie le plan de la lumière polarisée
- C. Il s'agit du 1-octadécanoyl-3-hexadécanoyl-sn-glycérol
- D. Ce composé comporte deux liaisons alkényl-éthers
- E. Ce composé peut provenir de l'action d'une phospholipase A<sub>2</sub> sur des membranes cellulaires.

**Q.C.M. 24.** Les phospholipides sont des molécules amphipathiques, ce qui implique :

- A. Qu'ils sont spontanément solubles dans l'eau
- B. Qu'ils sont insolubles dans un mélange chloroforme-méthanol
- C. Qu'ils possèdent un pôle hydrophile et un pôle hydrophobe
- D. Que dans les lipoprotéines, ils sont présents au sein du noyau-cœur lipidique
- E. Qu'en milieu aqueux, si l'on applique une source d'énergie, ils s'organisent sous forme de liposomes ou de microvésicules.

**Q.C.M. 25.** En considérant les glycérophospholipides, à l'exclusion des lysophospholipides, quelles sont les propositions exactes ?

- A. Ils ont tous le sn-glycéro-3-phosphate comme composant commun
- B. Ils sont tous des molécules électriquement neutres
- C. Ils sont le plus souvent estérifiés en position 2 du sn-glycérol par un acide gras insaturé
- D. Ont dans leur structure, des liaisons esters, sensibles chacune à une phospholipase spécifique
- E. Ne sont pas sensibles à l'hydrolyse alcaline.

**Q.C.M. 26.** Quels sont le(s) évènement(s) déclenchés par l'activation d'une phospholipase C ?

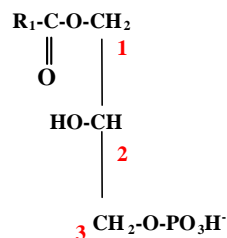
- A. L'hydrolyse du PIP<sub>2</sub> en Inositol-4,5-bisphosphate
- B. La libération de diacyl glycérols
- C. L'activation de protéine kinases C
- D. La mobilisation du Ca<sup>++</sup> intracellulaire
- E. La phosphorylation de certaines protéines de la signalisation cellulaire.

**Q.C.M. 27 :** Quelle(s) est (sont) la (les) molécule(s) lipidique(s) qui répond(ent) à l'ensemble des propriétés suivantes : la (les) molécule(s) est (sont) retrouvée(s) dans le noyau-cœur des VLDL ; la (les) molécule(s) est (sont) insensible(s) à l'action d'une phospholipase A<sub>2</sub> ; l'hydrolyse en présence de Na<sup>+</sup>OH<sup>-</sup> fournit, entre autres produits, de l'oléate de sodium.

- A. 1-octadécyl-2-acétyl-sn-glycéro-3-phosphorylcholine
- B. 1-stéaroyl-2,3-dioléoyl-sn-glycérol
- C. N-oléoyl-sphingosine
- D. Rétinyl-octadécanoate
- E. Cholestéryloléate.

Rappel : Acide stéarique : C 18:0; Acide oléique : C 18:1 (n – 9)

**Q.C.M. 28 :** soit la formule suivante :



- A. Ce composé dévie le plan de la lumière polarisée
- B. Ce composé est produit sous l'action d'une phospholipase A<sub>2</sub> sécrétoire sur des phosphatidylcholines
- C. Ce composé présente une liaison alkyléther
- D. Ce composé est un médiateur lipidique synthétisé lors d'un processus inflammatoire
- E. Il s'agit du PAF acéther

**Q.C.M. 29.** Une molécule est caractérisée par les propriétés chimiques suivantes : l'hydrolyse alcaline en présence de soude génère de l'acétate de  $\text{Na}^+$  ; l'hydrolyse acide ménagée en présence de méthanol libère seulement du méthylacétate ; l'action d'une phospholipase C produit, entre autre, de la phosphorylcholine ; l'action d'une phospholipase A1 est sans effet.

Cette molécule peut être :

- A. 1-octadécyl-2,3-diacetyl-sn-glycérol
- B. 1-hexadécyl-2-acetyl-sn-glycero-3-phosphorylcholine
- C. 1-octadécényl-2-acetyl-sn-glycero-3-phosphorylcholine
- D. Cholestéryl-(3-0)-acetate
- E. N-acetyl-sphingosine-1-phosphorylcholine.

**Q.C.M. 30.** Une molécule lipidique est caractérisée par les propriétés suivantes : l'action d'une phospholipase  $A_2$  libère un acide gras substrat de lipooxygénases ; l'hydrolyse acide en présence de méthanol génère, entre autres molécules, un dérivé diméthylacétal de l'octadécanal ; l'action d'une phospholipase D libère un composé hydrosoluble comportant une fonction alcool primaire et une fonction amine primaire (généralement sous forme d'ion ammonium). Cette molécule peut être le/la :

- A. 1-octadécényl-2,3-diarachidonoyl-sn-glycérol
- B. 1-hexadécyl-2-acetyl-sn-glycero-3-phosphorylcholine
- C. 1-octadécényl-2-arachidonoyl-sn-glycero-3-phosphoryléthanolamine
- D. 1-octadécyl-2-eicosapentaényl-sn-glycero-3-phosphoryléthanolamine
- E. N-stéaroyl-sphingosyl-1-phosphorylcholine.

Rappel : acide stéarique : C18:0

acide arachidonique : C20:4 (5, 8, 11, 14)

acide eicosapentaénoïque : C20:5 (5, 8, 11, 14, 17).

**Q.C.M. 31.** A propos de la N-stéaroyl-sphingosine :

- A. L'isomère D est l'isomère naturel
- B. Est un phospholipide abondamment rencontré dans les membranes plasmiques
- C. Est substrat d'une sphingomyélinase C
- D. Est un céramide
- E. Peut être produit sous l'action d'une sphingomyélinase C intracellulaire.

**Q.C.M. 32.** La sphingosine-1-phosphate apparaît de plus en plus, comme un médiateur lipidique intracellulaire généré au cours des phénomènes d'apoptose. Ce composé, ...

- A. Comporte 16 atomes de carbone
- B. Comporte un seul carbone asymétrique
- C. La configuration absolue du carbone  $n^\circ 2$  est S
- D. Comporte une double liaison de configuration *cis*
- E. A une analogie de structure avec l'acide lysophosphatidique.

**Q.C.M. 33.** Les glycolipides :

- A. Sont caractérisés par un chaînon saccharidique lié habituellement par une liaison  $\beta$  osidique à un céramide
- B. Certains confèrent aux cellules qui les renferment des caractères antigéniques spécifiques
- C. Certains peuvent renfermer une unité d'acide N-acétyl-neuraminique
- D. Sont toujours des lipides anioniques
- E. Peuvent participer à la structure de récepteurs membranaires.

**Q.C.M. 34.** En considérant la molécule suivante :

**$\beta$ -D-galactopyranosyl-(1-4)- $\beta$ -D-glucoopyranosyl-(N-eicosanoyl)-sphingosine**

- A. Cette molécule est un ganglioside
- B. Dans les cellules, cette molécule est localisée majoritairement sur le feuillet interne de la membrane plasmique
- C. L'action d'une sphingomyélinase C sur cette molécule permet de libérer la N-eicosanoyl-sphingosine
- D. Dans la maladie de Gaucher, l'hydrolyse incomplète de cette molécule conduit à l'accumulation cellulaire de  $\beta$ -D-glucoopyranosyl-(N-eicosanoyl)-sphingosine
- E. L'hydrolyse de cette molécule en présence de  $\text{Na}^+\text{OH}^-$  libère de l'arachidonate de sodium.

Rappel : acide arachidonique : C20:4 (n-6)

**Q.C.M. 35.** Les sphingophospholipides :

- A. Sont des esters d'acide gras sur le carbone  $n^\circ 3$  de la sphingosine
- B. Renferment dans leur structure une molécule d'éthanolamine
- C. Sont des constituants importants de la gaine de myéline
- D. Sont unis à une ou plusieurs molécules d'ose par une liaison  $\beta$  osidique
- E. Possèdent une liaison phospho-diester.

**Q.C.M. 36.** La sphingosine :

- A. Possède deux fonctions alcool primaire
- B. Forme des esters avec des acides gras à très longue chaîne : les sphingolipides
- C. Estérifiée par deux acides gras, a une structure qui rappelle celle des triglycérides
- D. Entre dans la structure de certains phospholipides
- E. Comporte une seule double-liaison de configuration *cis*.

**Q.C.M. 37.**

A propos des lipides membranaires :

- A. Dans les plaquettes sanguines au repos, les phosphatidylsérines de la membrane plasmique sont majoritairement localisées sur le feuillet interne
- B. Le 3-O-sulfo- $\beta$ -D-galactosylcéramide est majoritairement localisé sur le feuillet interne de la membrane plasmique
- C. L'acide bis-phosphatidique est un phospholipide zwitterionique du feuillet externe de la membrane plasmique
- D. L'acide-3 $\alpha$ ,7 $\alpha$ ,12 $\alpha$  trihydroxy-5 $\beta$  cholan-24-oïque peut être un constituant des membranes biologiques
- E. La liaison entre l'acide myristique et le glycolle N-terminal d'une protéine périphérique de la membrane peut être hydrolysée sous l'action d'une phospholipase C.

Rappel : acide myristique = acide tétradécanoïque

**Q.C.M. 38.** Quels sont les lipides membranaires qui sont porteurs d'une charge nette négative à pH physiologique ?

- A. Phosphatidylcholines
- B. Phosphatidylsérines
- C. Gangliosides
- D. Sulfatides
- E. Phosphatidylinositols.

**Q.C.M. 39.**

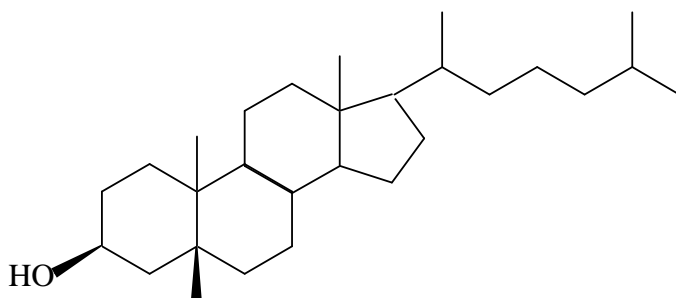
On considère les molécules suivantes :

le  $\beta$ -sitostérol ou cholest-5 ène-24 éthyl-3 $\beta$  ol

et l'ergostérol ou cholesta-5,7,22 triène-24 méthyl-3 $\beta$  ol

- A. Ces deux molécules sont des phytostérols présents dans des cellules végétales
- B. Ces deux molécules peuvent former des dérivés 3-O-acylesters
- C. L'ergostérol est un précurseur de la 25-OH vitamine D<sub>2</sub>
- D. Une réaction de photolyse sur l'ergostérol conduit à un nouveau composé porteur de 3
- E. double-liaisons conjuguées L'administration de  $\beta$ -sitostérol au sein du régime alimentaire conduit à une diminution de l'absorption intestinale du cholestérol.

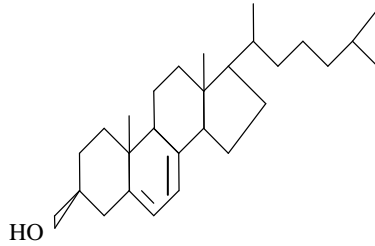
**Q.C.M. 40.** Le Coprostanol est un produit de dégradation du cholestérol. Sa structure vous est donnée ci-dessous :



Quelles sont les propositions exactes ?

- A. La nomenclature de ce composé est le 5 $\alpha$ -cholestane-3 $\beta$ -ol
- B. Il présente une fonction alcool primaire
- C. Il dérive du cholestérol par l'intervention d'une enzyme : la 5 $\beta$ -réductase
- D. La fonction alcool du cycle a est en configuration trans par rapport au méthyl porté par le carbone n° 10
- E. Sa structure le rend susceptible de s'intégrer dans une membrane biologique.

**Q.C.M. 41.** En considérant la molécule suivante, quelles sont les propositions exactes ?



- A. Cette molécule est sensible aux rayons ultraviolets
- B. La nomenclature de cette molécule est le cholesta-4,7 diène-3 $\beta$  ol
- C. Sa structure la rend susceptible de s'intégrer dans une membrane biologique
- D. C'est un précurseur des vitamines A
- E. La fonction alcool du cycle a est en configuration « trans » par rapport au groupement méthyl porté par le carbone n° 13.

**Q.C.M. 42.** Le cholestérol :

- A. Est un alcool cyclique à 26 atomes de carbone
- B. Comporte dans sa formule un noyau cholestane dont le cycle B présente 3 doubles liaisons conjuguées
- C. Constitue, sous sa forme estérifiée, la seule forme de réserve d'acides gras polyinsaturés
- D. Est présent dans le plasma sous forme libre et estérifiée
- E. Possède sur son carbone n°3, un groupement -OH en position  $\alpha$ .

**Q.C.M. 43.**

Dans le cadre d'un protocole de recherche, un sujet volontaire sain est d'abord soumis à un repas standard, puis 2 heures plus tard, il fait l'objet d'un prélèvement sanguin. Les lipoprotéines plasmatiques sont isolées par ultracentrifugation en gradient de densité et les lipides en sont extraits.

- A. Les chylomicrons correspondent aux particules lipoprotéiques les plus denses isolées dans le gradient de densité
- B. La composition en acides gras des triacylglycérols retrouvés dans les chylomicrons est très semblable à celle des triacylglycérols apportés par le repas
- C. Dans la circulation sanguine, les triacylglycérols des chylomicrons sont hydrolysés par la lipase hormono-sensible
- D. Au sein des chylomicrons, tous les phospholipides sont accessibles à une hydrolyse étendue sous l'action combinée d'une phospholipase A<sub>2</sub> et d'une sphingomyélinase C
- E. Les chylomicrons fournissent du cholestérol aux cellules par l'intermédiaire d'un récepteur reconnaissant spécifiquement l'apolipoprotéine B.

**Q.C.M. 44.** A propos des lipoprotéines plasmatiques, quelles sont les propositions exactes ?

- A. Les apolipoprotéines constitutives exposent des résidus d'amino-acides ionisés vers l'extérieur
- B. La couche périphérique contient des esters de cholestérol
- C. Un régime riche en glucides favorise la synthèse hépatique de triglycérides, retrouvés ensuite au sein des VLDL
- D. Les HDL prennent en charge le cholestérol cellulaire excédentaire
- E. Les chylomicrons ont une densité légèrement supérieure à 1.

**Q.C.M. 45.** A propos de la structure des lipoprotéines plasmatiques, quelles sont les propositions exactes ?

- A. La couche périphérique contient des apolipoprotéines amphipathiques
- B. Tous les glycérolipides sont situés sur la couche périphérique
- C. Tous les glycérolipides sont localisés dans le noyau-cœur
- D. La couche périphérique comporte une double-couche de cholestérol et phospholipides
- E. Les acyl-esters de cholestérol sont localisés exclusivement dans le noyau-cœur.

**Q.C.M. 46.** A propos des lipoprotéines plasmatiques, quelles sont les propositions exactes ?

- A. Dans le plasma d'un sujet normolipémique après 12 heures de jeûne, on trouve des chylomicrons, des VLDL, des LDL et des HDL
- B. Les HDL sont les particules lipoprotéiques les plus denses et les plus volumineuses
- C. Les LDL fournissent du cholestérol aux cellules par l'intermédiaire d'un récepteur spécifique permettant l'endocytose des LDL
- D. Les VLDL véhiculent les triacylglycérols synthétisés par les entérocytes lors de l'absorption des graisses alimentaires
- E. Le foie est l'organe majeur d'épuration du cholestérol des lipoprotéines.

**Q.C.M. 47.** Les HDL

- A. Sont les particules lipoprotéiques les plus petites
- B. Épurent le cholestérol excédentaire au niveau des tissus

- C. Ne contiennent pas d'apolipoprotéine A1
- D. Contiennent 50% de protéines
- E. Sont antiathérogènes

**Q.C.M. 48.** Les chylomicrons :

- A. Transportent les triglycérides d'origine exogène
- B. Contiennent 2% de protéines
- C. Sont les particules lipoprotéiques les plus volumineuses
- D. Sont déversées dans la circulation lymphatique
- E. Sont synthétisés au niveau de l'entérocyte en période post-prandiale

**Q.C.M. 49.** A propos des LDL, quelles sont les propositions exactes ?

- A. La protéine majoritaire des LDL est l'apolipoprotéine B
- B. Les LDL assurent le transport du cholestérol vers les tissus
- C. Au niveau des cellules, les LDL sont reconnues par des récepteurs de haute affinité
- D. Les LDL subissent un phénomène d'endocytose et une dégradation lysosomiale
- E. Un excès de LDL sanguines constitue un facteur de risque de maladies cardiovasculaires

**Q.C.M. 50.** Quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) concernant la structure des lipoprotéines plasmatiques :

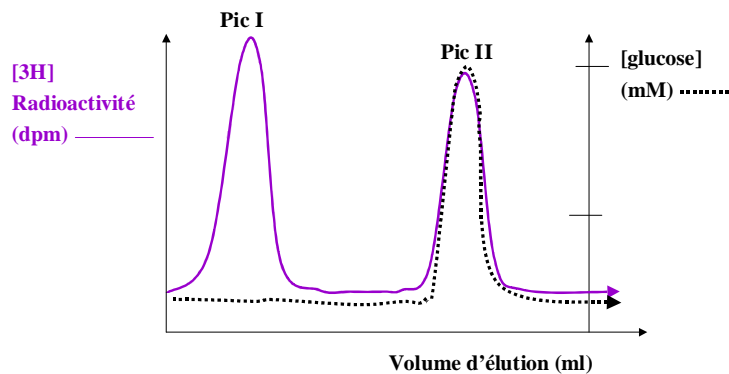
- A. Tous les acyl-esters du glycérol sont localisés sur la couche périphérique amphipathique
- B. Dans la circulation, le rétinyl-linoléate est véhiculé dans le noyau-cœur des chylomicrons
- C. Parmi les acides aminés des apolipoprotéines, la lysine, l'acide glutamique, l'arginine et l'acide aspartique sont orientés préférentiellement vers l'extérieur de la particule
- D. Les lipoprotéines les plus denses sont les plus riches en triacylglycérols
- E. L'hydrolyse des triacylglycérols des chylomicrons par la lipoprotéine lipase (LPL) permet la fourniture d'acides gras aux muscles squelettiques et au cœur.

Rappel : acide linoléique : C18:2 (9, 12)

**Q.C.M. 51.** Microvésicules

On prépare des micro-vésicules par ultra-sons, à partir d'un mélange de phosphatidylcholines (PC) et en présence de glucose 5mM et d'une dose traceuse de glucose radioactif, marqué au  $[^3\text{H}]$ . Le mélange est séparé par chromatographie de gel-filtration. Sur chacune des fractions, on mesure la radioactivité  $[^3\text{H}]$  et on dose le glucose à l'aide de réactions enzymatiques dont la première utilise une « glucose oxydase ».

Les résultats sont les suivants :



Quelles sont les propositions exactes ?

- A. Le pic I correspond à des complexes ou molécules de taille inférieure à ceux du pic II
- B. Seul le pic II contient du glucose
- C. Le pic II contient approximativement 2 fois moins de phospholipides que le pic I
- D. Dans le pic I, le glucose présent n'est pas accessible à la « glucose oxydase »
- E. La même expérience réalisée en ajoutant du SDS (2 mM) à la préparation, montrerait une augmentation importante de la radioactivité du pic II.

**Q.C.M. 52.** Microvésicules.

On dispose d'un mélange de 1-hexadécyl-2-oléoyl-sn-glycero-3-phosphocholine et de N-stéaroyl-sphingosyl-1-phosphocholine, en quantités équimoléculaires. Ces phospholipides sont repris dans un milieu aqueux tamponné (pH 7,4), et ultrasonnés de manière à obtenir des microvésicules de taille homogène. Rappel : acide palmitique (C16:0) ; acide stéarique (C18:0) ; acide oléique (C18:1, 9).

- A. L'hydrolyse acide en présence de méthanol permet d'obtenir et d'isoler par chromatographie de phase gazeuse : du méthyl palmitate, du méthyl stéarate et du méthyl oléate
- B. L'action prolongée de  $\text{Na}^+\text{OH}^-$  sur ces microvésicules génère de l'oléate de sodium qui est un savon

- C. Ces microvésicules sont substrats d'une phospholipase A<sub>1</sub>
- D. L'action d'une phospholipase A<sub>2</sub> génère de l'acide oléique libre et une 1-palmitoyl-sn-glycéro-3-phosphocholine, qui est un lysophospholipide
- E. L'action d'une sphingomyélinase C génère de la phosphocholine et une n-stéaroyl sphingosine qui est un céramide

**Q.C.M. 53 et 54.** Annulés

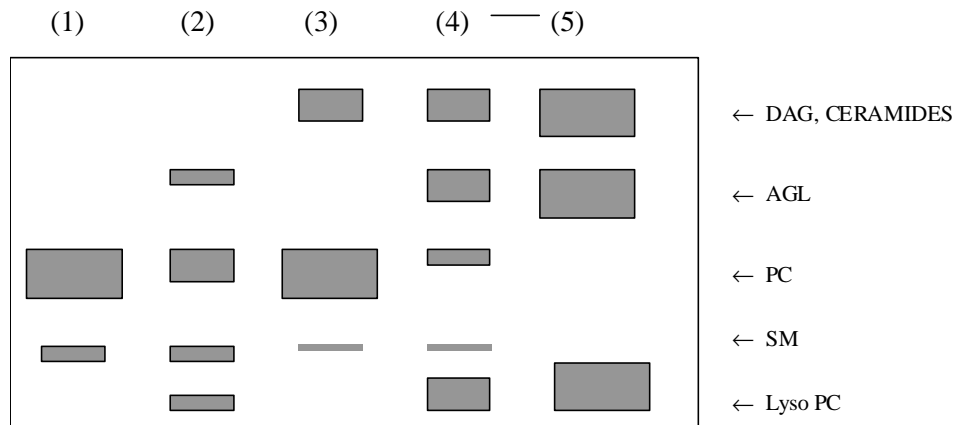
**Q.C.M. 55.** Biomembranes.

Quels sont, parmi les molécules suivantes, les lipides susceptibles de participer à la structure d'une biomembrane ?

- A. Le lactosyl-céramide
- B. Le glycérol
- C. Le cholesteryl-oléate
- D. Le 1-stéaroyl-2-arachidonoyl-sn-glycéro-3-phosphoinositol-4-phosphate
- E. L'acide déoxycholique = acide 3 $\alpha$ , 12 $\alpha$ -dihydroxy-5 $\beta$ -cholan-24 oïque

**Q.C.M. 56.** Biomembranes

Sur une suspension de globules rouges, on fait agir une phospholipase et une sphingomyélinase C, seules ou en association, et les mêmes expériences sont répétées après lyse des cellules. Les lipides sont extraits, et séparés par chromatographie de couche mince. Les résultats concernant les phosphatidylcholines (PC) et les sphingomyélines (SM), ainsi que leurs produits dérivés, sont illustrés ci-dessous :



Les conditions sont les suivantes: (1) incubation sans enzymes ; (2) incubation avec la phospholipase seule ; (3) incubation avec la sphingomyélinase C seule ; (4) et (5) avec l'association de deux enzymes. De (1) à (4), l'incubation est réalisée sur cellules intactes, alors qu'en (5) il s'agit de globules rouges lysés.

Quelles sont les propositions exactes ?

- A. La phospholipase utilisée peut être une phospholipase C
- B. La sphingomyélinase C utilisée possède en outre, une activité de type phospholipase A<sub>1</sub>
- C. De (2) à (4), l'hydrolyse des SM et PC est incomplète, du fait d'une quantité insuffisante d'enzymes
- D. La phospholipase utilisée peut être une phospholipase A<sub>2</sub>
- E. L'hydrolyse des SM permet une meilleure accessibilité des PC à l'action de la phospholipase

**Q.C.M. 57.** Les facteurs suivants entraînent-ils une augmentation de la fluidité d'une microvésicule phospholipidique ?

- A. L'augmentation du degré d'insaturation des acides gras qui entrent dans sa composition
- B. L'augmentation de la longueur de la chaîne des acides gras
- C. L'augmentation du pourcentage de doubles liaisons en configuration *cis*
- D. L'abaissement de la température
- E. L'augmentation de la température

**Q.C.M. 58.** L'acide arachidonique (20:4, n-6)

Quelle est la ou quelles sont la (les) proposition(s) exacte(s) ?

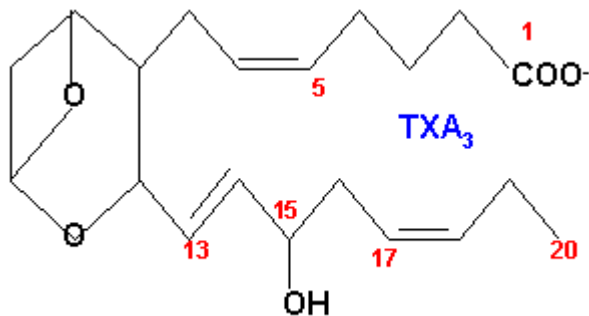
- A. Est libéré des glycérophospholipides naturels par une phospholipase A<sub>2</sub>
- B. Constitue un substrat de la cyclooxygénase
- C. Constitue le substrat de lipoxygénases
- D. N'est pas un acide gras essentiel
- E. Est le précurseur de prostaglandines qui posséderont 2 doubles liaisons sur leurs chaînes latérales

**Q.C.M. 59.** Tous les dérivés suivants de l'acide arachidonique appartiennent à la voie de la cyclooxygénase sauf un, lequel ?

- A. PGE<sub>2</sub>
- B. TXA<sub>2</sub>

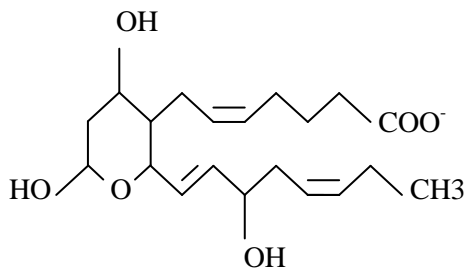
- C. PGI<sub>2</sub>
- D. LTB<sub>4</sub>
- E. PGF<sub>2</sub>.

**Q.C.M. 60.** Soit le composé suivant :



- A. Il est caractérisé par la présence d'un groupement 9-11 epoxy au sein d'un noyau furane
- B. L'hydrolyse de ce composé permet la formation du thromboxane B<sub>2</sub>
- C. Il dérive de la transformation de l'acide C<sub>20</sub>:5 (5, 8, 11, 14, 17)
- D. La synthèse de ce composé est inhibée par l'aspirine
- E. Il s'agit d'un puissant agent vasoconstricteur et agrégant plaquettaire

**Q.C.M. 61.** En considérant la molécule suivante, quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) suivante(s) exacte(s) ?



- A. Ce composé provient de l'hydrolyse du tromboxane A<sub>2</sub>
- B. Cette molécule comporte un groupement (9,11)-endopéroxy
- C. La voie de biosynthèse de cette molécule dans la cellule peut être déclenchée par l'action d'une phospholipase A<sub>2</sub>
- D. La voie de biosynthèse cellulaire de cette molécule est inhibée par l'aspirine
- E. Les acides gras alimentaires de la série n-6 peuvent être des précurseurs dans la voie de biosynthèse de cette molécule.

**Q.C.M. 62.** Les leucotriènes de série 4 présentent les propriétés suivantes (**uniquement si traités en cours**) :

- A. Dérivent de l'acide arachidonique (n-6)
- B. Sont obtenus après l'action des 5 et 12 lipooxygénases
- C. Sont des bronchoconstricteurs puissants
- D. Sont obtenus après l'action de la cyclooxygénase sur l'acide arachidonique
- E. Ont un effet chimiotactique à la phase initiale de l'inflammation.

**Q.C.M.63.** L'acide cholique correspond à la nomenclature suivante : acide-3 $\alpha$ ,7 $\alpha$ ,12 $\alpha$ trihydroxy-5 $\beta$  cholanoïque.

- A. L'acide cholique comporte 26 atomes de carbone
- B. Il peut s'associer aux phospholipides et au cholestérol pour former des liposomes
- C. Dans les cellules hépatiques, l'acide cholique est lié à la taurine ou au glycofolle, par une liaison ester
- D. La structure tridimensionnelle de l'acide cholique présente une face hydrophile comportant 4 groupements polaires
- E. L'articulation entre les cycles A et B de la molécule est la même que dans le cholestérol.

**Q.C.M. 64.** Les acides biliaires sont des constituants de la bile qui :

- A. Possèdent un noyau cholane à 24 atomes de carbone
- B. Sont caractérisés par la présence d'un ou plusieurs groupements hydroxyles de configuration  $\alpha$
- C. Se lient à la taurine ou au glycofolle par une liaison ester
- D. Favorisent l'action de la lipase pancréatique par leurs propriétés tensio-actives
- E. Ont une structure présentant une angulation

**Q.C.M. 65.** Les acides biliaires

- A. L'acide cholique est l'acide 3 $\alpha$ , 7 $\alpha$ , 12 $\alpha$ -trihydroxy,5 $\alpha$ -cholanoïque
- B. L'articulation des cycles A et B du noyau cholane n'est pas coplanaire
- C. L'acide cholique présente une face hydrophile comportant 4 groupements polaires
- D. L'acide cholique est synthétisé par les entérocytes de la muqueuse intestinale
- E. Le noyau cholane comporte 21 atomes de carbone.

**Q.C.M. 66.** Les hormones stéroïdes sécrétées par les cortico surrénales :

- A. Appartiennent toutes au groupe des glucocorticoïdes
- B. Possèdent une chaîne latérale ramifiée à 5 atomes de carbone
- C. Dérivent toutes du noyau androstane
- D. Certaines agissent sur la réabsorption rénale des sels minéraux
- E. Sont caractérisées par un noyau phénol

**QCM 67** - Soit la molécule correspondant à la nomenclature suivante :

**Cholesta-5, 7, 22-triène-24 méthyl-3 $\beta$  ol**

- A. Cette molécule est susceptible de participer à la composition d'une membrane biologique
- B. Le dérivé linoléoyl-ester de cette molécule présente un caractère amphipathique
- C. Cette molécule peut subir un phénomène de photolyse du cycle B, sous l'action des UV
- D. Cette molécule est l'un des principaux stérols synthétisés chez l'homme
- E. Après absorption intestinale, cette molécule est convertie en vitamine K<sub>2</sub>.

Rappel : acide linoléique : C18:2 (9, 12)

**Q.C.M. 68.** En considérant la **testostérone** (4-Androstène-3 one-17 $\beta$  ol) et les molécules apparentées :

- A. La DHEA (5-Androstène-3 $\beta$  ol-17 one) est le précurseur immédiat dans la synthèse de la testostérone par le testicule
- B. Dans certaines cellules cibles, la testostérone est convertie en dihydrotestostérone (D.H.T) sous l'action d'une 5 $\alpha$ -réductase
- C. La dihydrotestostérone (D.H.T) agit en se liant à un récepteur intracellulaire qui module la transcription de gènes cibles
- D. Dans les cellules tubulaires rénales, la testostérone régule la réabsorption de l'ion sodium et de l'eau
- E. Dans les cellules de la granulosa du follicule ovarien stimulées par la FSH, la testostérone est convertie en progestérone (4-pregnène-3,20 dione).

**Q.C.M. 69.** Les vitamines K :

- A. Dérivent du noyau benzoquinone substitué par un chaînon polyisoprénique
- B. Sont des co-facteurs d'une carboxylase modifiant certains facteurs de coagulation
- C. On peut observer une hypovitaminose K au cours des rétentions biliaires
- D. Sa carence est à l'origine du rachitisme chez l'enfant
- E. Peuvent provenir des bactéries de la flore intestinale

**Q.C.M. 70.** La vitamine A

- A. Est une vitamine liposoluble dérivée du  $\beta$  carotène
- B. Agit par l'intermédiaire de récepteurs nucléaires qui contrôlent l'expression des gènes spécifiques impliqués dans la différenciation cellulaire
- C. Est l'acide rétinoïque tout trans
- D. Est stockée dans le foie
- E. Est liée à une protéine dans une structure apte à transmettre des informations lumineuses

**Q.C.M. 71.** Quels sont les organes qui participent à la synthèse du métabolite actif de la vitamine D à partir du cholestérol ?

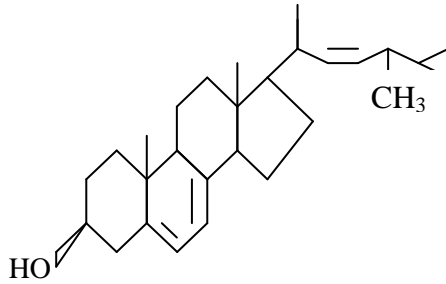
- A. Foie
- B. Rein
- C. Peau
- D. Intestin
- E. Coeur

**Q.C.M. 72.** La vitamine D<sub>3</sub> :

- A. Son métabolite actif est la 1,25 dihydroxy-vitamine D<sub>3</sub>
- B. L'hydroxylation en 25 a lieu dans le rein
- C. La 25-OH vitamine D<sub>3</sub> est le métabolite le plus actif
- D. Elle circule sous forme libre dans le sang
- E. Dérive du 9-déhydrocholestérol.

**Q.C.M. 73.** L'ergostérol est un stérol végétal, précurseur dans la synthèse de la vitamine D<sub>2</sub> selon des mécanismes identiques à ceux envisagés pour la formation de la vitamine D<sub>3</sub>. La structure de l'ergostérol est la suivante :





- A. L'ergostérol est un stérol à 27 atomes de carbone
- B. La nomenclature de l'ergostérol est : le cholesta-5(6), 7, 21-triène-25méthyl-3βol
- C. Dans l'ergostérol, les plans des cycles A et B forment un angle voisin de 109°, conférant à la molécule une géométrie coudée
- D. A l'issue d'une réaction de photolyse par les U.V., la vitamine D2 obtenue comporte 3 double-liaisons conjuguées et une fonction 3β-ol
- E. La structure de l'ergostérol le rend susceptible de participer à la constitution de membranes

**Q.C.M. 74.** A propos des vitamines liposolubles et de leurs effets biologiques, quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) ?

- A. La vitamine D3 et le rétinol (vitamine A) ont en commun, dans leurs structures, la présence de double-liaisons conjuguées
- B. Dans le foie, une étape de 1α-hydroxylation transforme la vitamine D3 en un dérivé biologiquement actif
- C. Dans les cellules en bâtonnets de la rétine, à l'obscurité, l'opsine est associée au 11-trans-rétinal
- D. La vitamine K2 est co-facteur d'une carboxylase hépatique, modifiant les résidus « glutamate » de certains facteurs de la coagulation
- E. L'interaction entre ces facteurs de la coagulation et des phosphatidylsérines est indépendante du calcium.

### Réponses QCM Lipides

1	AD	26	:BCDE	51	:DE
2	BD	27	:BE	52	:BE
3	E	28	:AD	53	:annulé
4	BDE	29	:B	54	:annulé
5	ABE	30	:C	55	:AD
6	ABCDE	31	:ADE	56	:DE
7	AD	32	:CE	57	:ACE
8	CE	33	:ABCE	58	:ABCDE
9	BD	34	:D	59	:D
10	A	35	:CE	60	:CD
11	BE	36	:D	61	:CD
12	ABCE	37	:A	62	:ABCE
13	B	38	:BCDE	63	:D
14	ACDE	39	:ABCDE	64	:ABDE
15	ABCE	40	:C	65	:BC
16	BD	41	:AC	66	:D
17	ABDE	42	:D	67	:AC
18	ACD	43	:BD	68	:BC
19	BE	44	:ACD	69	:ABCE
20	B	45	:AE	70	:AD
21	E	46	:CE	71	:ABC
22	AD	47	:ABDE	72	:A
23	Toutes fausses	48	:ABCDE	73	:DE
24	CE	49	:ABCDE	74	:AD
25	ACD	50	:BCE		

## ESPECES REACTIVES DE L'O<sub>2</sub> (Pr. PERRET)

### Q.C.M. 1

Parmi les propositions suivantes concernant l'anion superoxyde, quelles sont les propositions exactes ?

- A. L'anion superoxyde est un radical libre oxygéné de toxicité inférieure à celle du radical hydroxyle
- B. Il peut fixer un proton
- C. Soumis à l'action de la glutathion peroxydase, il donne de l'eau oxygénée
- D. Il peut être produit par la réaction de Haber-Weiss
- E. C'est l'activation de l'oxygène qui va amorcer sa production par perte unitaire d'électron.

### Q.C.M. 2

A propos des superoxydes dismutases :

- A. Ce sont des métallo-protéines
- B. Ce sont les enzymes qui transforment l'anion superoxyde en peroxyde d'hydrogène
- C. Elles sont impliquées dans la production de radicaux libres oxygénés, lors de la transformation enzymatique de l'acide arachidonique
- D. Elles sont présentes chez tous les animaux vivant en aérobiose
- E. Elles neutralisent les radicaux OH°.

### Q.C.M. 3

La lipoperoxydation est agressive :

- A. Par l'arrachement radicalaire sélectif et stéréospécifique qu'elle produit sur un substrat précis
- B. Par les radicaux qu'elle génère en phase explosive de propagation
- C. Par les aldéhydes issus de la dégradation des formes lipopéroxydées instables, qui modifient les groupements aminés des protéines
- D. Par le déséquilibre induit de la composition des acides gras membranaires provoquant une instabilité membranaire
- E. Par l'altération induite des bases puriques et pyrimidiques de l'ADN

Q.C.M. 4 À propos des mécanismes de lipoperoxydation et des défenses anti-radicalaires :

- A. La peroxydation des acides gras polyinsaturés n'altère ni la position ni la configuration de leurs double-liaisons
- B. Au cours de la lipoperoxydation, il y a formation de dérivés hydroperoxydes d'acides gras polyinsaturés
- C. Les glutathion peroxydases permettent de dégrader les hydroperoxydes lipidiques ROOH en dérivés alcools ROH plus stables
- D. L'alpha-tocophérol exerce son effet antioxydant en captant le radical OH°
- E. L'action concertée des superoxydes dismutases et des glutathion peroxydases permet de réduire la formation du radical OH°.

### Q.C.M. 5

A propos de la formation des radicaux libres oxygénés et des mécanismes de lipoperoxydation :

- A. Les radicaux ROO° sont les initiateurs de la lipoperoxydation
- B. La réaction entre H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> et Fe<sup>+++</sup> est un mécanisme de formation du radical OH°
- C. La réaction entre H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> et O<sub>2</sub><sup>•-</sup> est un mécanisme de formation du radical OH°
- D. L'acide déhydroascorbique intervient directement pour neutraliser les radicaux peroxy formés au cours de la lipoperoxydation
- E. Les glutathion peroxydases catalysent, en présence de glutathion réduit, la transformation du peroxyde d'hydrogène en eau.

### Q.C.M. 6

Le radical hydroxyl OH°, très réactif, très instable et très toxique :

- A. Est le radical initiateur de la lipoperoxydation
- B. Est produit lorsque l'anion superoxyde, le peroxyde d'hydrogène et le fer coexistent dans les tissus
- C. Est produit par la réaction de Haber-Weiss à partir d'anions superoxydes
- D. Est catabolisé par les superoxydes dismutases
- E. Est produit lors de la réaction : H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + Fe<sup>+++</sup> --> OH° + OH° + Fe<sup>++</sup>

### Q.C.M. 7

A propos de la lipoperoxydation :

- A. L'oxydation non spécifique et spontanée est néfaste pour les acides gras et reflète la toxicité de l'oxygène
- B. La présence d'oxygène moléculaire est indispensable à l'entretien de la phase de propagation
- C. Son agressivité est due au phénomène de propagation
- D. La peroxydation non enzymatique est particulièrement agressive pour les acides gras saturés membranaires
- E. Elle produit des hydroperoxydes lipidiques.

### Q.C.M. 8

A propos des réactions bioradicalaires :

- A. L'acide ascorbique polaire réduit le radical tocophéryl apolaire à l'interface cytoplasme/membrane
- B. Dans la cellule, le glutathion oxydé régénère l'acide ascorbique à partir de l'acide déhydroascorbique

- C. Dans la bi-couche des phospholipides membranaires, l'alpha-tocophérol est un piègeur physiologique des radicaux lipoperoxydés
- D. L'association de deux espèces radicalaires permet la formation de composés stables
- E. Lors de la phase d'initiation de la peroxydation, la soustraction d'un atome d'hydrogène à un groupement - CH<sub>2</sub> -, au sein d'un enchaînement malonique d'un acide gras polyinsaturé, est déclenchée par le radical hydroxyle.

**Q.C.M. 9**

A propos de l'anion superoxyde :

- A. Il peut fixer un proton
- B. C'est un radical instable
- C. Il est produit à partir de l'oxygène moléculaire par perte unitaire d'électron
- D. Par dismutation, il donne du peroxyde d'hydrogène H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>
- E. Sa toxicité est inférieure à celle du radical hydroxyle OH°.

**Q.C.M. 10**

Parmi les réactions suivantes impliquées dans la chimie bioradicalaire, quelles sont les propositions exactes ?

- A. Le fer accélère la formation du radical hydroxyle OH° dans la réaction de Haber-Weiss
- B. A l'interface cytosol/membrane le radical péroxyl ROO° est transformé en hydroperoxyde par l'acide ascorbique
- C. La glutathion peroxydase à sélénium réduit le peroxyde d'hydrogène H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> et les hydroperoxydes d'acides gras polyinsaturés ROOH
- D. Dans la réaction de Haber-Weiss, le peroxyde d'hydrogène produit le radical hydroxyle en présence de fer qui sert de catalyseur
- E. En conditions normales, seule une petite fraction de l'oxygène moléculaire parvenant à la chaîne respiratoire mitochondriale est réduit de façon tétravalente pour donner H<sub>2</sub>O.

**Q.C.M. 11**

Parmi les situations suivantes quelle(s) est (où sont) celle(s) qui sont la conséquence du stress oxydatif ?

- A. Altération des acides aminés souffrés
- B. Fragmentation de l'ADN
- C. Rupture des acides gras saturés
- D. Consommation de la vitamine E membranaire
- E. Production de malondialdéhyde.

**Q.C.M. 12**

Quelles sont les molécules qui peuvent jouer un rôle dans les réactions d'oxydo-réduction impliquant les formes actives de l'oxygène :

- A. la vitamine E                      B. l'AMPc                      C. la vitamine C                      D. la vitamine D                      E. le glutathion

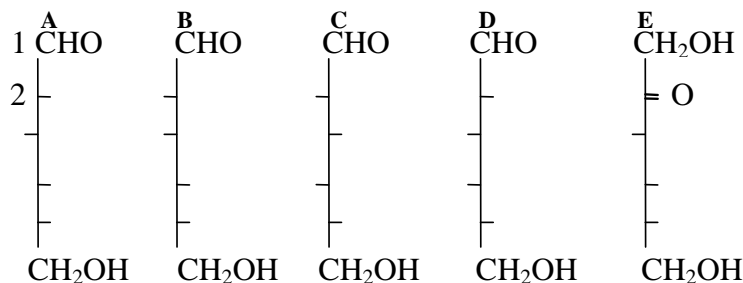
**REPONSES ESPECES REACTIVES DE L'OXYGENE**

<b>1</b>	<b>AB</b>	<b>8</b>	<b>ACDE</b>
<b>2</b>	<b>ABD</b>	<b>9</b>	<b>ABDE</b>
<b>3</b>	<b>BCDE</b>	<b>10</b>	<b>ACD</b>
<b>4</b>	<b>BCE</b>	<b>11</b>	<b>ABDE</b>
<b>5</b>	<b>CE</b>	<b>12</b>	<b>ACE</b>
<b>6</b>	<b>ABC</b>	<b>13</b>	
<b>7</b>	<b>ABCE</b>	<b>14</b>	

## GLUCIDES (Pr. SAVAGNER)

### Q.C.M. 1

Parmi les structures suivantes, lesquelles ne correspondent pas à la formule linéaire du D galactose selon Fischer ?



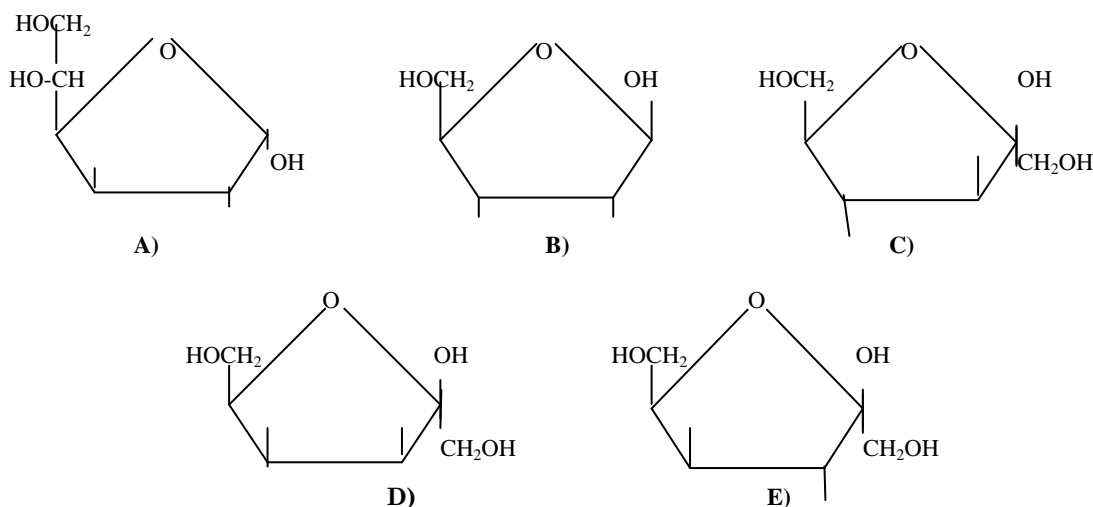
### Q.C.M. 2

Dans la stéréoisomérisation des oses, selon Fischer,

- A. Le D glycéraldéhyde a le OH de son C\* qui se projette à droite
- B. Le D glycéraldéhyde possède 1 C\* de configuration R
- C. Tous les sucres de la série D sont dextrogyres
- D. La série D ou L est déterminée par la configuration du C\* d'indice le plus élevé
- E. Si n est le nombre de C\*, le nombre maximum de stéréoisomères, pour les aldoses, est 2<sup>n</sup>

### Q.C.M. 3

Parmi les formules suivantes, quelles sont celles qui ne correspondent pas au β D fructose ?



### Q.C.M. 4

L'isomérisation en milieu alcalin du glucose :

- A. S'explique par un phénomène de tautomérie
- B. Se produit dans une solution froide
- C. Peut donner du galactose ou du fructose
- D. Peut donner du mannose ou du fructose
- E. Passe par une forme éné-diol intermédiaire instable.

### Q.C.M. 5

Parmi les propriétés chimiques des aldoses, lesquelles sont exactes ?

- A. En milieu alcalin et à froid, le mannose s'isomériser en glucose et en fructose
- B. Les oxydants doux (Br<sub>2</sub> et I<sub>2</sub>) permettent l'oxydation directe de la fonction alcool primaire
- C. En milieu alcalin et à chaud, le glucose réduit la liqueur de Fehling pour donner un précipité d'oxyde cuivreux
- D. L'oxydation de leur -CH<sub>2</sub>OH donne naissance à des acides aldoniques
- E. La réduction complète donne des polyols.

**Q.C.M. 6**

L'action de l'acide périodique sur l'acide D mannuronique cyclisé sous forme pyranose :

- A. Produit deux molécules d'acide formique
- B. Libère une molécule de formaldéhyde
- C. Donne la même quantité d'acide formique que s'il était sous forme furanose
- D. N'agit qu'après blocage de la fonction réductrice
- E. Ne forme pas de fonctions aldéhydes

**Q.C.M. 7**

Un ose peut donner naissance :

- A. A une liaison osidique par méthylation sur le OH du carbone anomérique
- B. A des liaisons éther par méthylation des fonctions alcools
- C. A une liaison ester phosphorique comme le glucose 6 phosphate
- D. A une liaison ester phosphorique comme le glucose 1 phosphate
- E. A une liaison éther avec l'acide lactique dans l'acide N acétyl muramique

**Q.C.M. 8**

La glucuroconjugaison :

- A. Résulte d'une estérification
- B. Ne peut jamais être le fait d'une liaison osidique
- C. Permet l'activation de la molécule conjuguée
- D. Diminue la solubilité du composé résultant
- E. Permet l'élimination de glucuroconjugués exclusivement dans les selles

**Q.C.M. 9**

La vitamine C naturelle ou acide ascorbique :

- A. Est liposoluble
- B. Est de série L
- C. A son acidité liée à la fonction lactone dérivant de l'estérification interne d'un acide aldonique
- D. A son acidité liée au OH porté par le C3
- E. Participe directement à l'intégrité des phospholipides membranaires.

**Q.C.M. 10**

Concernant la vitamine C :

- A. C'est une vitamine hydrosoluble indispensable à l'homme
- B. Sa forme active stable est furanique
- C. C'est un dérivé d'ose à 6 carbones, δ lactone de la série L
- D. Elle joue un rôle fondamental dans les réactions d'oxydoréduction grâce à sa fonction ène-diol
- E. C'est une molécule polaire

**Q.C.M. 11**

Une carence en vitamine C chez le nourrisson peut apparaître lorsque l'alimentation est uniquement lactée :

- A. Cette vitamine est acide grâce au groupement carboxylique porté par le carbone 1
- B. Elle intervient dans les réactions d'oxydoréduction en maintenant le fer à l'état ferrique
- C. C'est un composé de la série D
- D. A l'air libre, la vitamine C donne de l'acide déhydroascorbique, c'est dire qu'elle est oxydable
- E. Grâce à sa chaîne carbonée constituée par 6 carbones, elle est facilement soluble dans le chloroforme.

**Q.C.M. 12**

Le saccharose :

- A. Par hydrolyse acide donne du glucose et du fructose
- B. C'est l'α D glucopyranosyl (1 → 2) β D fructofuranoside
- C. Est soluble dans l'eau
- D. Est un diholoside réducteur
- E. Est le sucre alimentaire isolé de la canne à sucre ou de la betterave

**Q.C.M. 13**

Le lactose dans le lait de femme est à la concentration de 70 g/l :

- A. Il est facilement dissocié par l'α -glycosidase intestinale permettant sa digestion
- B. C'est un diholoside réducteur
- C. L'iode en milieu alcalin suivie d'hydrolyse fait apparaître une molécule d'acide galacturonique
- D. Il s'agit de β-D-galactopyranosyl-(1 → 4)-α(β)-D-glucopyranose
- E. Il provoque une intolérance chez les sujets déficients en β galactosidase

**Q.C.M. 14**

En ce qui concerne les enzymes du métabolisme des oses :

- A. Les osidases du tube digestif humain sont incapables d'hydrolyser un diholoside tel que le cellobiose

- B. Le déficit en enzymes du métabolisme du galactose transformant le galactose en glucose se traduit par l'accumulation de galactose dans le tube digestif
- C. Une déficience enzymatique en  $\alpha$  glucosidase conduit à une intolérance au glucose
- D. Au cours du métabolisme l' $\alpha$ L galactopyranose sera transformé en  $\alpha$  L glucopyranose qui est la source énergétique principale de l'organisme
- E. En cas d'intolérance au lactose, il y a déficience en  $\alpha$  galactosidase

**Q.C.M. 15**

A propos des diholosides :

- A. Le lactose est aussi appelé  $\beta$  D glucopyranosyl(1-4') D galactopyranose
- B. Le saccharose est un diholoside réducteur
- C. Le maltose peut être obtenu par action de l' $\alpha$  amylase sur l'amylose
- D. Le maltose est aussi appelé  $\beta$ D glucopyranosyl (1 $\rightarrow$  4) D glucopyranose
- E. Le saccharose est hydrolysé par un  $\alpha$  D glucosidase

**Q.C.M. 16**

Lors des troubles de l'absorption intestinale des sucres chez le nourrisson, il se produit une accumulation de ces substances dans la lumière intestinale, d'où appel d'eau, accélération du transit et diarrhée osmotique.

Un déficit en galactosidase se traduit par :

- A. Une intolérance au galactose
- B. Une intolérance au saccharose
- C. Une intolérance au glucose
- D. Une intolérance au lactose
- E. Une intolérance au fructose

**Q.C.M. 17**

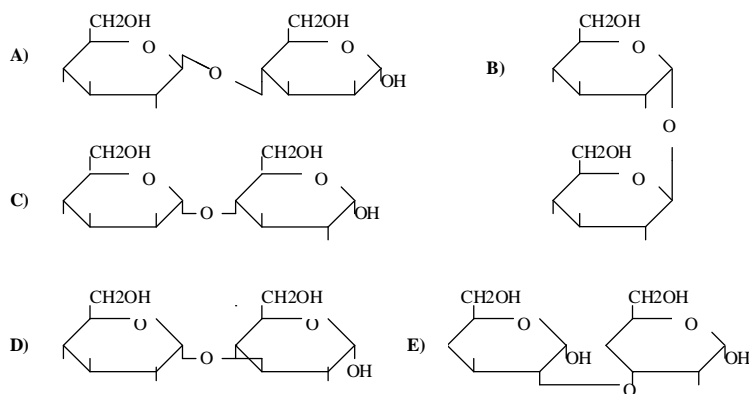
Concernant les enzymes du métabolisme :

- A. Les osidases du tube digestif humain sont capables d'hydrolyser le cellobiose
- B. Une déficience enzymatique en  $\alpha$  D galactosidase entraîne une intolérance au lactose
- C. La  $\beta$ D glucosidase existe dans les cellules intestinales humaines
- D. L'accumulation du galactose est responsable de la physiopathologie de la galactosémie congénitale
- E. Un déficit en  $\alpha$  D glucosidase entraîne une intolérance au saccharose

**Q.C.M. 18**

Quelle est la formule cyclique des diholosides correspondant à toutes les propriétés suivantes :

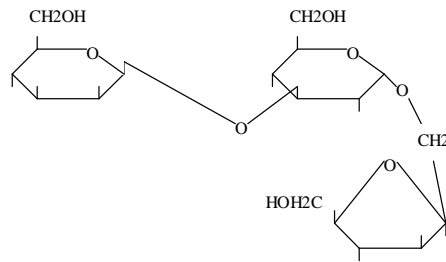
- réagit avec la liqueur de Fehling
- ne subit pas l'action de la  $\beta$ -glucosidase
- par méthylation complète suivie d'hydrolyse acide, libère un tétraméthylglucose et un triméthylglucose.
- consomme 3 molécules d'acide périodique et libère une molécule d'acide formique.



**Q.C.M. 19**

Les molécules suivantes sont composées exclusivement de glucose :

- A. L'isomaltose
- B. Le lactose
- C. La cellulose
- D. Les dextranes
- E. L'inuline.

**Q.C.M. 20**

- A. L'action de la  $\beta$  mannosidase libère du  $\beta$  D mannopyranose et du saccharose
- B. Il subit l'action d'une  $\beta$  fructosidase
- C. La perméthylation, suivie d'une hydrolyse acide, permet d'obtenir parmi les produits formés du 2-3-6 triméthylglucose
- D. Ce triholoside peut subir l'action de la liqueur de Fehling
- E. Ce triholoside peut subir l'action de  $\alpha$  D glucosidase.

**Q.C.M. 21**

Les propositions suivantes s'appliquent à l'acide hyaluronique :

- A. Il est composé de 20 sous-unités disodiques
- B. Il contient de l'acide galacturonique
- C. Il est fixé aux protéines par une liaison O-glycosidique
- D. Il est fixé aux protéines par une liaison N-glycosidique
- E. C'est un composant essentiel du liquide synovial des articulations.

**Q.C.M. 22**

La réaction de perméthylation d'un disaccharide, suivie d'une hydrolyse acide, permet la caractérisation des groupements OH impliqués dans la liaison glycosidique. Après séparation et identification, les produits suivants ont été obtenus à partir d'une préparation pure d'un disaccharide :

- 1,3,4,6-tetra-O-methyl-D-fructose
- 2,3,4,6-tetra-O-methyl-D-glucose

- A. Dans ce disaccharide, le fructose est sous forme pyrane
- B. Dans ce disaccharide, le C2 du fructose est impliqué dans la liaison glycosidique
- C. Dans ce disaccharide, le C1 du glucose porte un OH anomérique libre
- D. Ce disaccharide n'est pas réducteur
- E. Ce disaccharide est le maltose.

**Q.C.M. 23**

Qu'est ce qui caractérise l'amylose et l'amylopectine :

- A. Toutes deux sont constitutives d'un polyholoside et donnent, après méthylation complète suivie d'hydrolyse, du tétraméthyl glucose, du triméthyl glucose et du diméthyl glucose.
- B. L'amylopectine est un hétéroside
- C. L'hydrolyse de l'amylopectine donne du maltose et du D-glucose alors que celle de l'amylose donne en plus des dextrines résiduelles
- D. Peuvent être hydrolysées par une amylase
- E. Sont plus réductrices que le glucose.

**Q.C.M. 24**

Un fragment de début de chaîne d'un polyholoside subit une méthylation suivie d'une hydrolyse acide. On obtient 5% de 2,3,4,6 tétraméthyl glucose, 95% de 2,3,4 triméthylglucose. Il correspond à :

- A. Glycogène      B. Amidon      C. Dextranes      D. Amylopectine      E. Cellulose.

**Q.C.M. 25**

Les dextranes :

- A. Sont essentiellement des polymères de  $\alpha$  D glucopyranoses liés en 1,6
- B. Sont des succédanés du plasma sanguin
- C. Servent à la fabrication de gels de mailles variables
- D. Sont des polysides de réserve synthétisés par les bactéries et les levures
- E. Sont le point de départ de la synthèse des séphadex caractérisés par leur limite d'exclusion.

**Q.C.M. 26**

Un protéoglycane est caractérisé par :

- A. Par l'existence de liaisons covalentes
- B. Peut libérer par hydrolyse divers types d'oses
- C. par des chaînes protéiques courtes et glucidiques longues

- D. Est constitué par un polyside homogène
- E. Contient le même pourcentage d'oses que les glycoprotéines.

**Q.C.M. 27**

Le lysozyme est une muramidase découverte par A. Fleming dans les larmes (1929). Le blanc d'oeuf est riche en lysozyme également.

- A. Le lysozyme catalyse l'hydrolyse des liaisons  $\alpha$  (1-4)
- B. Le lysozyme catalyse l'hydrolyse des liaisons  $\beta$  (1-4)
- C. Le lysozyme catalyse l'hydrolyse des liaisons amides
- D. Le lysozyme catalyse l'hydrolyse des liaisons peptidiques
- E. Le lysozyme catalyse l'hydrolyse des liaisons éther.

**Q.C.M. 28**

L'héparine utilisée depuis près d'un demi-siècle améliore le traitement des maladies thrombo-emboliques et la prévention des thromboses veineuses post opératoires.

- A. C'est une glycoprotéine
- B. Elle est constituée de galactosamine N sulfate et d'acide uronique reliés en  $\alpha$  (1  $\rightarrow$  4)
- C. C'est un anticoagulant
- D. A une action anticoagulante en partie due aux groupements  $-\text{COO}^-$
- E. la neutralisation de ces charges positives lui fait perdre son pouvoir thérapeutique sur la coagulation sanguine.

**Q.C.M. 29**

L'héparine :

- A - Est un glycosaminoglycane
- B - Possède de l'acide iduronique sous forme L
- C - Son caractère électronégatif est surtout dû aux groupements sulfates
- D - Participe à l'inactivation de la thrombine
- E - A une activité anticoagulante due à la présence de groupements acétyls.

**Q.C.M. 30**

A propos de la  $\beta$  glucosidase, elle agit sur ?

- A. L'amidon
- B. L'acide  $\beta$  glucuronique
- C. Le saccharose
- D. Le cellobiose
- E. L'héparine

**Q.C.M. 31**

Un protéoglycane est caractérisé par :

- A. Pondéralement plus de protéines que de glucides.
- B. L'existence de liaisons glycosidiques.
- C. Des chaînes glycaniques courtes et ramifiées
- D. Une partie glycanique composée d'unités répétitives d'oses ou de dérivés d'oses
- E. La richesse en acide N-acétylmuramique dans la paroi des bactéries

**Q.C.M. 32**

A propos des protéoglycanes des bactéries.

- A. On les appelle les mucines.
- B. Ils constituent la paroi des bactéries.
- C. Les longues chaînes glycaniques sont reliées les unes aux autres par des protéines volumineuses comportant plusieurs milliers d'acides aminés.
- D. Les protéoglycanes sont responsables de la rigidité et de la solidité de la paroi bactérienne.
- E. Beaucoup de ces protéoglycanes sont sensibles au lysosyme.

**Q.C.M. 33**

Les glycosaminoglycanes :

- A. Ne contiennent jamais d'acide uronique.
- B. Contiennent souvent des N-acétylhexosamines.
- C. Sont riches en charges négatives.
- D. Contiennent une unité diosidique polymérisée.
- E. Peuvent contenir un acide N acétyl muramique.

**Q.C.M. 34**

Si l'on traite une glycoprotéine circulante comme la céruléoplasmine par la N acétyl neuraminidase :

- A. On peut obtenir un mélange de glycanes, car cette enzyme coupe les liaisons entre des acides aminés de la chaîne protéique et les glycanes.
- B. On peut obtenir un mélange de glycanes différents qui ont cependant en commun une séquence identique composée de cinq sucres.
- C. On peut obtenir une glycoprotéine dont certains glycanes ont comme dernier sucre, à l'opposé de la liaison à la protéine, un galactose ou une N acétyl galactosamine.



- D. Cette glycoprotéine aura dans ces conditions une durée de vie abrégée.  
 E. Cette glycoprotéine sera dans ces conditions dégradée par le foie

**REPONSES GLUCIDES**

1	ABCE	20	DE
2	ABDE	21	E
3	ABDE	22	BD
4	ABDE	23	D
5	ACE	24	C
6	A	25	ABCDE
7	ABCE	26	ABC
8	TOUT FAUX	27	B
9	BD	28	CD
10	ABDE	29	ABCD
11	D	30	D
12	ABCE	31	BDE
13	BDE	32	BDE
14	A	33	BCD
15	CE	34	CDE
16	D	35	
17	DE	36	
18	D	37	
19	ACD	38	

## MÉTABOLISME ÉNERGÉTIQUE

### Q.C.M. 1

Parmi les molécules ci-dessous, quelle(s) est (sont) celle(s) qui ne sont pas des intermédiaires du cycle de Krebs ?

- A. Succinate
- B. Pyruvate
- C. Oxaloacétate
- D. Malate
- E. Isocitrate

### Q.C.M. 2

Parmi les enzymes suivants, quel(s) est (sont) celui (ceux) qui conduisent, lors du cycle de Krebs, à la formation d'une molécule phosphorylée riche en énergie ?

- A. Citrate synthase
- B. Succinyl-Coenzyme A synthase
- C. Isocitrate déshydrogénase
- D. Succinate déshydrogénase
- E. Fumarase

### Q.C.M. 3

A propos du bilan du cycle de Krebs,

- A. Chaque tour de cycle permet la formation de 3 NADH, H<sup>+</sup>
- B. Chaque tour de cycle permet la formation de 2 FADH<sub>2</sub>
- C. Chaque tour de cycle permet, à partir de l'acétyl-CoA, la formation d'une molécule de CO<sub>2</sub> et d'une molécule de CoA-SH.
- D. La succinyl-CoA synthase permet la formation d'une molécule de GDP.
- E. En considérant la séquence « cycle de Krebs + chaîne respiratoire mitochondriale », l'oxydation d'un acétyl-CoA permet la formation de 12 molécules d'ATP.

### Q.C.M. 4

A propos des régulations du cycle de Krebs,

- A. L'isocitrate déshydrogénase est activée par le NAD<sup>+</sup>
- B. L'isocitrate déshydrogénase est inhibée par l'ATP
- C. La citrate synthase est activée par l'acétyl-CoA
- D. La citrate synthase est activée par le citrate
- E. La citrate synthase est activée par l'ATP

### Q.C.M. 5

A propos des sources du cycle de Krebs,

- A. La pyruvate déshydrogénase permet la formation de NADH, H<sup>+</sup> et d'acétyl-CoA.
- B. L'oxydation totale intra-mitochondriale des acides gras fournit du succinyl-CoA.
- C. La pyruvate carboxylase permet la formation d'acétyl-CoA.
- D. La pyruvate carboxylase permet la formation d'une molécule d'ATP.
- E. Le catabolisme des acides aminés fournit des intermédiaires du cycle de Krebs.

### Q.C.M. 6

A propos de la chaîne respiratoire mitochondriale,

- A. La cytochrome C oxydase permet le transfert d'électrons du cytochrome C vers l'O<sub>2</sub>
- B. Le site actif du cytochrome C comporte toujours un ion Fe<sup>3+</sup>
- C. Le Coenzyme Q10 est un élément mobile de la chaîne respiratoire mitochondriale.
- D. La Coenzyme Q10 se comporte comme un accepteur transitoire de protons.
- E. La présence d'un chaînon polyisoprénique est responsable de l'ancrage membranaire du Coenzyme Q10

### Q.C.M. 7

A propos de la chaîne respiratoire mitochondriale,

- A. La réduction tétravalente de l'oxygène moléculaire permet la formation d'H<sub>2</sub>O.
- B. Le fonctionnement des complexes I, III et IV permet l'accumulation de protons dans la matrice mitochondriale.
- C. Les complexes I à IV de la chaîne respiratoire mitochondriale se comportent tous comme des pompes à protons.

- D. Le complexe V permet la synthèse d'ATP en utilisant l'énergie libérée par le gradient électrochimique de H<sup>+</sup> entre l'espace inter-membranaire et la matrice.
- E. L'ATP-synthase comporte 3 sites catalytiques fonctionnant alternativement.

**Q.C.M. 8**

Parmi les enzymes suivantes numérotées de 1 à 5:

- 1) Phosphofructokinase 1
- 2) Glucose 6 phosphatase
- 3) Triose phosphate isomérase
- 4) Glucose 6 phosphate déshydrogénase
- 5) Glucose 6 phosphate isomérase (phosphoglucose isomérase)

Quelles sont les combinaisons d'enzymes impliquées dans la glycolyse ?

- A. 1-2-5
- B. 2-3
- C. 2-3-4
- D. 1-3-5
- E. 1-2-4

**Q.C.M. 9**

A propos de la glycolyse, quelles sont les propositions exactes ?

- A. La glucokinase intervient aussi bien dans le foie que dans le muscle.
- B. Lors de la glycolyse, des molécules d'ATP sont consommés.
- C. Par cette voie, un glucose produit 2 molécules de pyruvates.
- D. Le substrat de l'énolase est le 3 phosphoglycérate.
- E. Tous les composés intermédiaires entre le glucose et le pyruvate sont phosphorylés.

**Q.C.M. 10**

- A. La liaison qui s'établit entre le coenzyme A et un acide gras est dite riche en énergie
- B. La carboxybiotine participe à la synthèse du malonyl-CoA intervenant dans la synthèse des acides gras
- C. Dans la membrane interne de la mitochondrie, l'ATP-synthase est couplée au transfert d'ions H<sup>+</sup> vers la matrice
- D. Les ubiquinones sont fixées dans le complexe IV de la chaîne respiratoire
- E. Dans la glycolyse aérobie, l'oxydation du glucose-6-phosphate conduit à la production d'acide pyruvique.

**REPONSES METABOLISME ENERGETIQUE :**

<b>1</b>	<b>B</b>	<b>6</b>	<b>ACDE</b>
<b>2</b>	<b>B</b>	<b>7</b>	<b>ADE</b>
<b>3</b>	<b>AE</b>	<b>8</b>	<b>D</b>
<b>4</b>	<b>ABC</b>	<b>9</b>	<b>BCE</b>
<b>5</b>	<b>AE</b>	<b>10</b>	<b>ABCE</b>