

Université Claude Bernard



Lyon 1



Tutorat Lyon Est

Unité d'Enseignement 1

BANQUE DE QCM

2014-2015

2015-2016

2016-2017

2017-2018

2018-2019

2019-2020

2020-2021

BIOCHIMIE

Les lipides

2021-2022

QUESTIONS et REPONSES

Question 1 :

Parmi les propositions suivantes, indiquer celle(s) qui est (sont) exacte(s) :

- A. Les lipides sont des molécules organiques apolaires, insolubles dans l'eau et dans l'éther.
- B. L'acide arachidonique est un acide gras essentiel tout comme l'acide linoléique.
- C. Les cérides sont composés d'un acide gras lié à un alcool cétylique par une liaison ester.
- D. L'acide linoléique, chef de file des ω_6 , est liquide à température corporelle.
- E. Les glycérolipides comme les triacylglycérols (TAG) sont la forme de stockage principale des acides gras dans l'organisme.

Question 1 : CDE

- A. **Faux.** Les lipides sont apolaires et sont donc insolubles dans l'eau, mais solubles dans les solvants organiques comme l'éther, le benzène ou le chloroforme.
- B. **Faux.** L'acide arachidonique n'est pas essentiel ! Notre organisme est capable de le produire à partir de l'acide linoléique, qui lui, est essentiel.
- C. **Vrai. Item Annulé.** Un céride est l'association d'un acide gras et d'un alcool gras, qui n'est pas forcément l'acide cétylique.
- D. **Vrai.** Acide linoléique $\Delta_9, 12, \omega_6$, température de fusion : -5°C .
- E. **Vrai.** Un TAG est l'association de 3 AG lié à un glycérol par liaison ester. C'est la forme de réserve des AG au niveau du tissu adipeux. Ces TAG seront ensuite hydrolysés par des lipases, pour libérer les AG qui seront oxydés pour former de l'ATP.

Question 2 :

Parmi les propositions suivantes, indiquer celle(s) qui est (sont) exacte(s) :

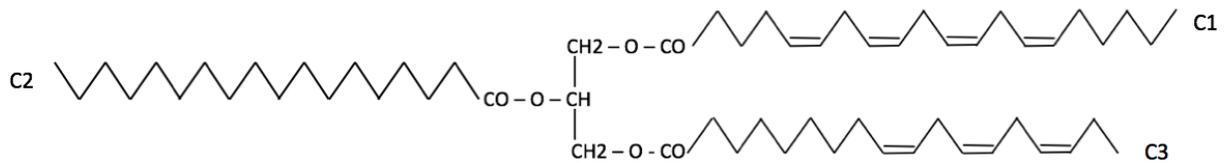
- A. Un ganglioside GD2 est composé de 2 molécules d'acide sialiques et de 2 oses.
- B. La vitamine E possède une action anti-âge, en limitant les agressions oxydatives.
- C. Les AINS ont une action inhibitrice sur les enzymes COX, qui permettent, entre autres, la synthèse des prostaglandines.
- D. Un déficit en céramides peut entraîner une dermatite atopique.
- E. Un déficit en hexosaminase A est retrouvé dans la maladie de Tay-Sachs.

Question 2 : BC

- A. HORS PROGRAMME
- B. **Vrai.** La vitamine E limite la peroxydation (oxydation) des AG par les radicaux libres, c'est donc une molécule anti-oxydante, anti-âge.
- C. **Vrai.** Les AINS comme l'aspirine, ont une action inhibitrice des cyclooxygénases (COX) qui permettent la synthèse des prostaglandines, du thromboxane, des prostacyclines (et autres) à partir de l'acide arachidonique.
- D. HORS PROGRAMME
- E. HORS PROGRAMME (pour le chapitre des lipides)

Énoncé commun aux questions 3 et 4 :

On considère le lipide suivant :



Question 3 :

Parmi les propositions suivantes, indiquer celle(s) qui est (sont) exacte(s) :

- A. Le lipide ci-dessus est un tri-alcool estérifié à 3 acides gras.
- B. L'action de la lipase pancréatique sur ce lipide permettra la libération d'un acide arachidonique et d'un acide linoléique.
- C. La lipase intestinale intervient après l'action de la lipase pancréatique et permet de libérer l'acide gras en C2 et l'alcool.
- D. Le lipide ci-dessus est principalement transporté par les HDL.
- E. Un rapport LDL/HDL égal à 5,5 signale un risque accru de maladies cardiovasculaires.

Question 3 : ACE

- A. **Vrai.** Ce lipide est une TAG, triacylglycérol, c'est à dire, un glycérol relié à 3 AG par des liaisons esters.
- B. **Faux.** La lipase pancréatique permet de libérer les AG en C1 et C3, à savoir ici, l'acide arachidonique en C1 (20:4) et en C3 l'acide α -Linoléique (18:3). L'acide linoléique est 18:2
- C. **Vrai.** La lipase intestinale intervient après l'action de la lipase pancréatique et permet la libération de l'AG en C2 et du glycérol. Ici la lipase intestinale permettrait la libération de l'acide stéarique 18:0.
- D. **Faux.** Le lipide est un TAG, et les TAG sont transportés par les chylomicrons pour les TAG alimentaires et par les VLDL pour les TAG endogènes.
- E. **Vrai.** Les LDL sont le « mauvais cholestérol » tandis que les HDL sont le « bon cholestérol » et le rapport LDL/HDL doit être environ égal à 3,5. Un rapport LDL/HDL > à 3,5 évoque un risque important de maladies cardio-vasculaires. (Les chiffres du rapport LDL/HDL sont hors programme et ne sont donc plus à connaître)

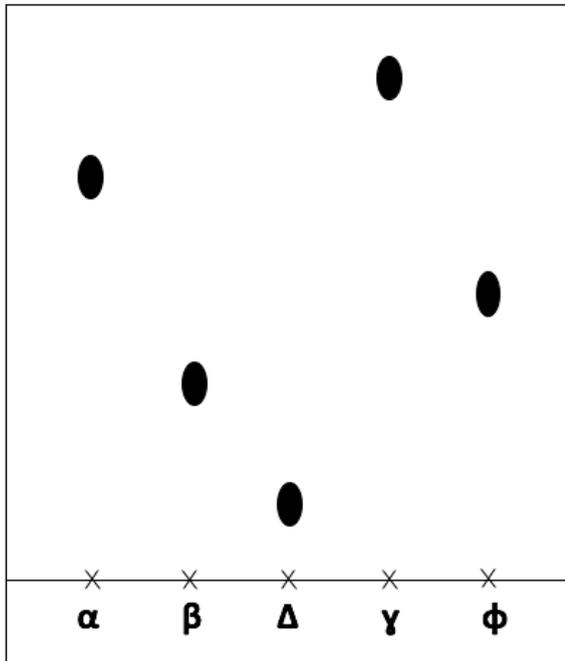
Question 4 :

Après digestion de ce lipide, on obtient 3 acides gras, C1, C2 et C3.

On réalise une chromatographie sur couche mince avec les lipides suivants (déposés au hasard sur le support) :

- C1
- C2
- C3
- Cholestéryl stéarate
- Oléoyl-sphingosine-1-phosphocholine

On obtient le résultat suivant :



- A. Dans une CCM, on utilise un solvant organique et un support polaire.
- B. Le composé γ est le plus polaire de tous.
- C. Le lipide Δ est un ester de cholestérol.
- D. Le composé ϕ est un acide gras qui possède plus d'insaturations que l'acide gras en β .
- E. Le composé α est l'acide stéarique.

Question 4 : A

- A. **Vrai.** Le support est de la silice polaire et le solvant est organique apolaire. Les composés polaires vont donc rester fixés à la silice tandis que les composés apolaires vont être emportés par le solvant.
- B. **Faux.** Le plus apolaire, car il migre le plus.
- C. **Faux.** L'ester de cholestérol est le composé γ , Δ est le sphingophospholipide.
- D. HORS PROGRAMME le professeur ne parle plus de la différence de polarité entre les AG libre saturés et insaturés.
- E. HORS PROGRAMME cf item D

Dans un CCM, on utilise un support en silice polaire, et un solvant organique comme l'éther. Les lipides les plus polaire vont être retenus par le support et migrent donc peu. A l'inverse, les lipides les plus apolaires migreront beaucoup (R_f proche de 1).

On a du plus apolaire au plus polaire : Esters de cholestérol > TAG > Acides gras libres > Cholestérol > DAG > MAG > Phospholipides

Nos 5 composé sont :

- C1 = Acide arachidonique 20 :4
- C2 = Acide stéarique 18 :0
- C2 = Acide linoléique 18 :3

- Cholestéryl stéarate = ester de cholestérol
- Oléoyl-sphingosine-1-phosphocholine = sphingophospholipide

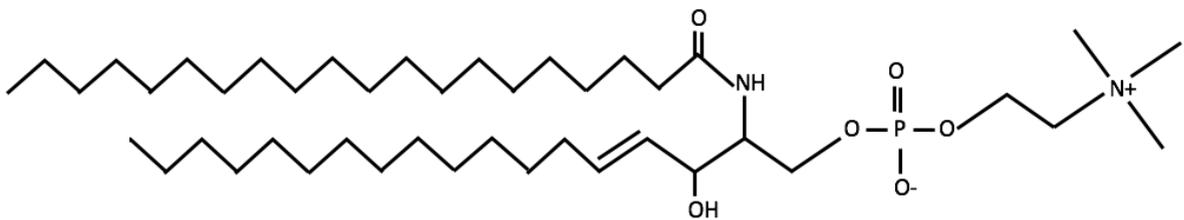
On a donc du plus polaire au plus apolaire :

Oléoyl-sphingosine-1-phosphocholine < Acide arachidonique 20 :4 (C1), Acide linoléique 18 :3 (C3) et Acide stéarique 18 :0 (C2) < Cholestéryl stéarate

Donc le Cholestéryl stéarate est le composé qui va le plus migrer et l'Oléoyl-sphingosine-1-phosphocholine, le composé qui va le moins migrer.

Question 5 :

A propos du lipide ci-dessous, indiquer la(les) proposition(s) exacte(s) :



- A. C'est un glycérophospholipide.
- B. C'est un céramide.
- C. Ce lipide est apolaire.
- D. Ce lipide contient une liaison amine.
- E. Ce lipide est nommé : icosanoyl-sphingosine-1-phosphocholine ou sphingomyéline.

Question 5 : BDE

- A. **Faux** : C'est un sphingolipide. On n'a pas de glycérol ici.
- B. **Vrai** : C'est une molécule de sphingosine reliée à un acide gras par liaison amide, cela forme

●	●	●	●	●
x	x	x	x	x
C2	C1	Sphingo	Choles	C3

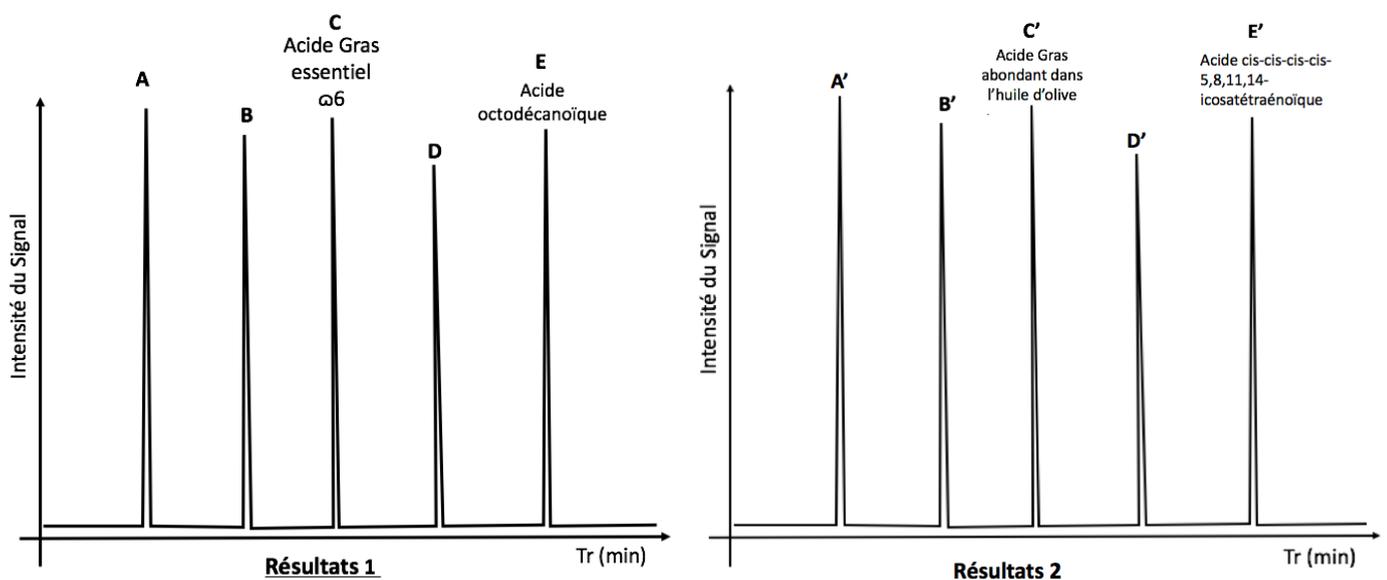
donc bien un céramide. Ce céramide est également lié à un groupement phosphocholine.

- C. **Faux** : Les phospholipides sont polaires ! Le groupement phosphate chargé négativement est très polaire !
- D. **Vrai** : Ce lipide contient bien une liaison amine au niveau du groupement choline. Il contient également une liaison amide qui permet la liaison de l'AG.
- E. **Vrai** : Icosanoyl = Acide eicosanoïque = acide arachidique (20:0)
On a bien notre molécule de sphingosine et notre groupement phosphocholine, c'est donc un céramide-1-phosphocholine appelé sphingomyéline.

Enoncé commun aux question 6 et 7 :

Souhaitant faire du ménage dans ses placards, notre chère Anna retrouve des résultats incomplets d'analyses lipidiques. Anna ne se souvient pas très bien de ces analyses mais elle sait cependant que les 2 résultats concernent les 5 mêmes lipides.

Voici les 2 résultats retrouvés :



Question 6 :

A propos des résultats précédents, vous pouvez affirmer à Anna que :

- A. Les résultats 2 sont les résultats d'une HPLC.
- B. Le composé A' peut être l'acide laurique.
- C. Les composés A' et A peuvent être identiques
- D. Pour obtenir les résultats 2, on a réalisé une spectrophotométrie UV à 242nm.
- E. Le composé B' est l'acide stéarique.

Question 6 : BCE

Le résultat 1 est celui d'une HPLC

Le résultat 2 est celui d'une chromatographie en phase gazeuse

HPLC :
TR augmente avec C mais
diminue avec C=C

- A. **Faux** : Les résultats 2 sont ceux d'une chromatographie en phase gazeuse. On le devine car on sait qu'en phase gazeuse le Tr augmente avec le nombre de C et le nombre d'insaturation $C=C$. Et on voit sur le résultat 2 que l'acide arachidonique possède bien un Tr plus long que l'acide oléique.
- B. **Vrai** : Rien ne nous empêche de penser que A' est l'acide laurique (12 :0) car en phase gazeuse il possèdera un Tr plutôt faible.
- C. **Vrai** : En HPLC, l'acide laurique possède également un Tr plutôt faible donc on peut penser que A et A' sont identiques.

Pour comparer les AG en HPLC, on considère parfois qu'une insaturation correspond à un peu moins de 2 carbones... De ce fait l'acide arachidonique 20:4 ($20-4 \times 2 = 12$), l'acide laurique (12:0) et acide linoléique ($18-3 \times 2 = 12$) se valent. Mais sur le schéma du cours, il est bien indiqué que le Tr de l'acide laurique est inférieur au Tr de l'acide linoléique qui est lui-même inférieur au Tr de l'acide arachidonique ! A noter que le Tr de l'acide arachidonique est supérieur au Tr de l'acide myristique 14:0.

- D. HORS PROGRAMME
- E. **Vrai** : L'acide stéarique est le composé E. Il possède bien un Tr inférieur au Tr de l'acide oléique en C', et un Tr supérieur à celui de l'acide laurique en A', donc notre B' est bien l'acide stéarique.

Question 7 :

A propos des résultats précédents, vous pouvez affirmer à Anna que :

- A. Dans la technique d'analyse qui a permis d'obtenir les résultats 1, les lipides ont été séparés sur une colonne de silice.
- B. E' et D désignent le même composé.
- C. D est l'acide arachidique.
- D. B et C' sont la même molécule.
- E. En chromatographie en phase gazeuse on réalise une alkylation des acides gras suivie d'une vaporisation des composés dans un gaz noble.

Question 7 : E

- A. HORS PROGRAMME
- B. **Faux** : E' est l'acide arachidonique et D l'acide oléique. L'acide arachidonique voit son Tr diminuer en HPLC à cause de ses 4 insaturations ; il présente en B.
- C. **Faux** : Cet AG est absent des analyses. Même s'il avait été présent il aura eu un Tr plus élevé que l'acide stéarique qui est en E.
- D. **Faux** : En C', on a l'acide oléique et en B l'acide arachidonique (B = E').
- E. **Vrai** : L'alkylation des AG les transforme en ester d'acide gras très apolaire. Gaz noble = gaz inerte.

Nous avons donc :

- A = A'
- B = E'
- C = D'
- D = C'
- E = B'

Question 8 :

Parmi les propositions suivantes, indiquer celle(s) qui est (sont) exacte(s) :

- A. Plus une lipoprotéine est dense, plus son volume est important.
- B. Les esters de cholestérol, tout comme les phospholipides, sont situés à la surface des lipoprotéines.
- C. Les chylomicrons, créés au niveau du foie, apportent les lipides alimentaires aux tissus périphériques et aux tissus adipeux.
- D. Un excès de LDL va entraîner une accumulation de ces dernières dans les vaisseaux et favorise l'apparition de plaques d'athérome.
- E. La concentration sérique d'HDL est inversement corrélée au risque de développer un cancer du côlon.

Question 8 : D

- A. **Faux** : Plus une lipoprotéine est dense, plus son volume diminue ! Donc les HDL, qui sont les LP les plus denses, possèdent le plus petit volume, à l'inverse des chylomicrons qui sont très grands, mais très peu denses.
- B. **Faux** : Les esters de cholestérols sont très apolaires et sont donc présent au niveau du cœur hydrophobe de la LP. En surface, on retrouve les lipides les plus polaires comme les phospholipides.
- C. **Faux** : Les chylomicrons sont synthétisés au niveau de l'intestin et non au niveau du foie. Le reste est vrai.
- D. **Vrai**
- E. HORS PROGRAMME

Question 9 :

Parmi les propositions suivantes, indiquer celle(s) qui est (sont) exacte(s):

- A. Les homolipides sont uniquement constitués de trois atomes qualitativement parlant.
- B. L'acide palmitique est un acide gras insaturé.
- C. L'acide arachidonique est un acide gras essentiel.
- D. Le point de fusion des acides gras augmente avec le nombre d'insaturations.
- E. En chromatographie sur couche mince, les triacylglycérols migrent le plus haut.

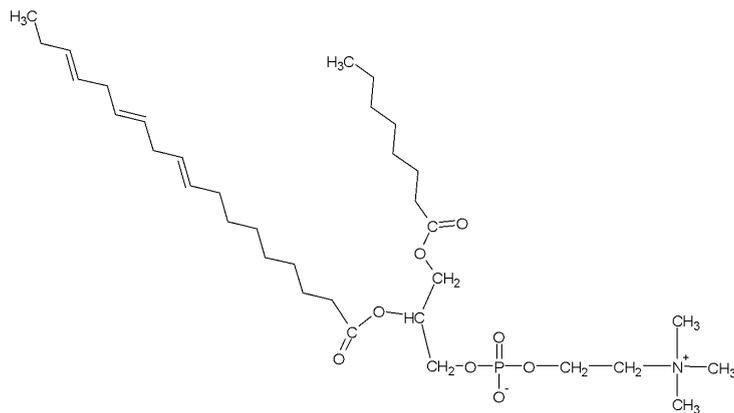
Question 9: A

- A. **Vrai**: Ils sont composés de H, O et C uniquement
- B. **Faux**: L'acide palmitique 16:0 est un acide gras saturé, il ne possède pas de double liaison.

- C. **Faux:** L'acide arachidonique est important: c'est un précurseur des eicosanoïdes. Mais il n'est pas essentiel, car il est synthétisable par l'organisme à partir de l'acide linoléique
- D. **Faux:** C'est l'inverse: le point de fusion augmente quand le nombre de carbones augmente, mais diminue quand le nombre d'insaturations augmente
- E. **Faux:** La CCM se réalise sur un support polaire de silice, qui va donc retenir les éléments polaires et à l'inverse laisser migrer les éléments apolaires. Les esters de cholestérol étant les plus apolaires (donc plus apolaires que les TAG), ce sont eux qui migrent le plus haut!

Question 10 :

Concernant le lipide suivant, indiquer la (les) propositions(s) exacte(s):



- A. C'est une molécule de phosphatidylcholine.
- B. C'est une molécule de céphaline.
- C. L'acide gras en 1 est soluble dans l'eau.
- D. L'acide gras en 2 est l'acide α -linoléique.
- E. L'acide gras en 2 a un temps de rétention inférieur à celui de l'acide oléique en chromatographie HPLC.

Question 10: AE

- A. **Vrai:** On reconnaît le phospholipide, avec un groupement choline $\text{CH}_2\text{-CH}_2\text{-N}^+(\text{CH}_3)_3$.
- B. **Faux:** C'est une molécule de lécithine, la céphaline désigne la phosphatidyléthanolamine.
- C. **Faux:** Son nombre de carbone est de 18, donc supérieur à 6, qui est la limite supérieure de solubilité. Au dessus de 8 carbones, le lipide est insoluble.
- D. **Faux:** L'acide α -linoléique est bien un acide (18:3) $\Delta^9,12,15$, cependant ses insaturations sont en conformation cis et non trans comme l'acide gras en 2.
- E. **Vrai:** En chromatographie HPLC, le temps de rétention augmente avec le nombre de carbones mais diminue avec le nombre d'insaturations. L'acide gras en 2 a 3 insaturations contre une seule pour l'acide oléique, à même nombre de carbone, donc son temps de rétention est inférieur à celui de l'acide oléique.

Question 11 :

- A. On peut diviser les lipides dans deux catégories : les acides gras à nombre pair de carbone, et ceux à nombre impair de carbone.

- B. Une consommation d'acides gras trans de plus de 2% de l'apport énergétique total est associé à un risque accru de maladies cardio-vasculaires.
- C. L'acide α -linoléique appartient à la famille des $\omega 6$.
- D. Les plasmalogènes sont très abondants dans le système nerveux et jouent un rôle antioxydant.
- E. Les cérides associent une molécule de sphingosine avec un acide gras à chaîne longue.

Question 11 : D

- A. **FAUX:** Les acides gras possèdent toujours un nombre pair de carbones
- B. HORS PROGRAMME
- C. **FAUX:** C'est un $\omega 3$, il a pour formule (18:3 $\Delta 9,12,15$)
- D. **VRAI**
- E. **FAUX:** Ceci concerne les céramides!! Les cérides sont l'association d'un acide gras et d'un alcool, comme le palmitate de cétyle (blanc de baleine)

Question 12 :

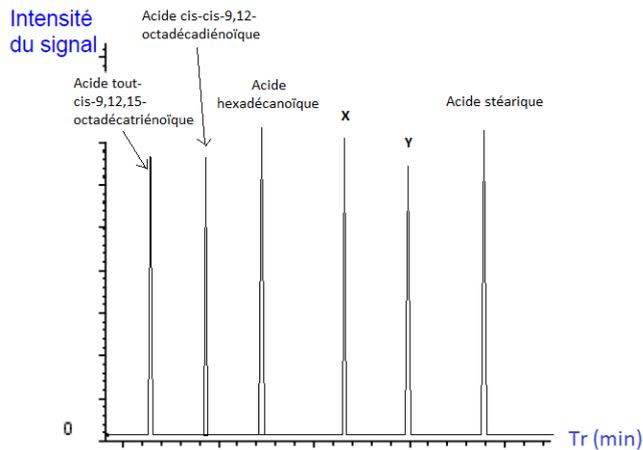
- A. L'acide arachidonique est précurseur des prostaglandines par la voie des lipoxygénases.
- B. L'action de la phospholipase D sur la lécithine libère de la phosphocholine.
- C. La rigidité des membranes augmente avec le nombre d'insaturations.
- D. La membrane plasmique est un système fluide qui peut subir des mouvements de rotation, diffusion latérale, de balancier et de flip-flop.
- E. Une augmentation du taux de cholestérol LDL est associée à un risque d'athérosclérose.

Question 12 : DE

- A. **FAUX:** C'est par la voie des cyclo-oxygénases,
- B. **FAUX:** Cela libère de la choline tout court, la phospholipase D coupe juste après le phosphate.
- C. **FAUX:** La fluidité augmente avec le nombre d'insaturations. La rigidité augmente avec le nombre de carbones.
- D. **VRAI:** Tout est vrai! :)
- E. **VRAI:** C'est très important à retenir. Le cholestérol LDL est appelé "mauvais cholestérol", il augmente le risque d'athérosclérose, le LDL transporte le LDL vers les tissus. A l'inverse, le cholestérol HDL est appelé "bon cholestérol", car les HDL ramènent le cholestérol vers le foie, et préviennent ainsi le phénomène d'athérosclérose.

Question 13 : (2 points)

On réalise une technique de séparation d'acides gras et on obtient le profil suivant :



- A. Y pourrait être l'acide arachidique.
- B. X pourrait être l'acide oléique.
- C. On est en HPLC.
- D. X pourrait être l'acide palmitoléique.
- E. Dans une chromatographie en phase gazeuse, on sépare des acides gras en fonction de leur taille et de leur polarité.

Question 13 : BC

On réalise une technique de séparation d'acides gras et on obtient le profil suivant

- A. **FAUX:** On est en HPLC, le Tr augmente donc avec le nombre de carbone. L'acide arachidique possède un Tr supérieur à celui de l'acide stéarique, ça ne peut donc pas être Y.
- B. **VRAI:** En effet, comme on est en HPLC, le Tr diminue avec le nombre d'insaturations. L'acide oléique a un Tr plus élevé que l'acide linoléique (ou acide cis-cis-9,12-octadécadiénoïque) et plus faible que l'acide stéarique.
- C. **VRAI:** Pour le savoir, on s'intéresse aux deux voire trois acides qui peuvent nous aider: l'acide linoléique (acide 9,12,15-octadécatriénoïque) 18:3, l'acide linoléique (acide 9,12-octadécadiénoïque) 18:2, l'acide stéarique (18:0). On observe que le Tr diminue lorsque le nombre d'insaturations augmente, on est donc bien en HPLC.
- D. **FAUX:** L'acide palmitoléique possède une insaturation (16:1). Il a donc un Tr plus faible que l'acide palmitique 16:0. Or X possède un Tr plus grand que l'acide palmitique, X ne peut pas être un l'acide palmitoléique.
- E. **FAUX:** Attention c'est un petit piège, on sépare des esters d'acides gras, et non des acides gras, contrairement à l'HPLC.

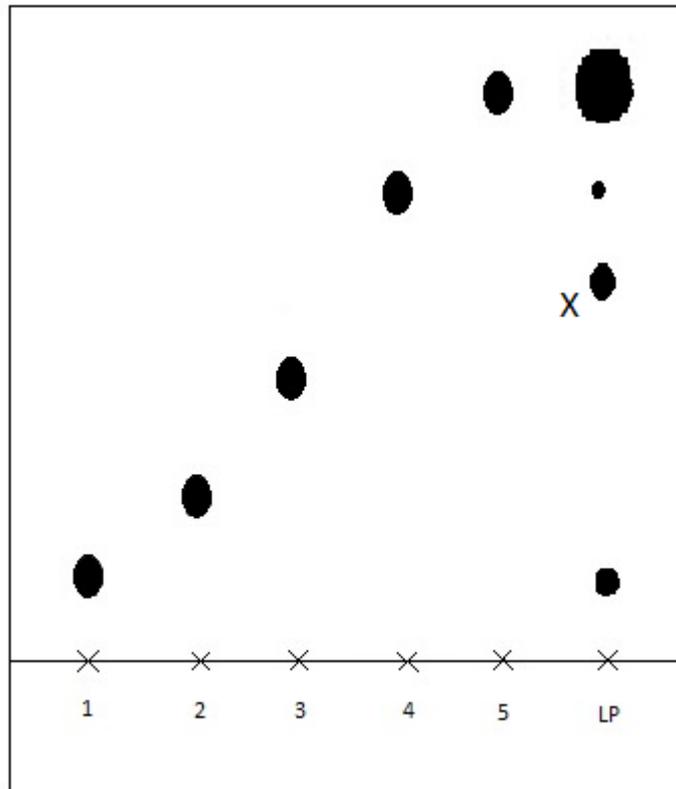
Question 14 : (2 points)

On s'intéresse au contenu d'une lipoprotéine apportant des lipides aux tissus depuis le foie.

On extrait les lipides de cette lipoprotéine et on réalise une chromatographie sur couche mince, en utilisant des lipides de référence notés de 1 à 5.

- 1: docosanoyl-sphingosine-1-phosphoéthanolamine
- 2: ganglioside GD2
- 3: 1-palmitoléoyl-2-linoléoyl-sn-glycérol

- 4: 1-myristoyl-2-oléoyl-3-stéaroyl-sn-glycérol
 5: cholestéryl linoléate



Concernant le résultat obtenu :

- A. Le composé X peut être du cholestérol.
- B. La sphingomyéline présente dans les neurones migre au niveau de l'étalon 1.
- C. Le ganglioside utilisé comme référence contient 2 unités d'acide sialique et 2 oses supplémentaires.
- D. La lipoprotéine étudiée est une VLDL.
- E. Le diacylglycérol utilisé en 3 contient deux AG ω 6.

Question 14 : AB

- A. **VRAI:** Entre DAG et TAG
- B. **VRAI:** En effet, la sphingomyéline migre au niveau des sphingophospholipides comme le composé 1.
- C. HORS PROGRAMME
- D. **FAUX:** On observe une concentration majoritaire en ester de cholestérol et en cholestérol, et une faible concentration en TAG. Il s'agit donc d'une LDL, qui a pour rôle de transporter le cholestérol endogène aux tissus depuis le foie. Dans une VLDL, on aurait remarqué une quantité majeure de TAG.
- E. **FAUX:** palmitoléyl est ω 7 (par contre linoléyl est bien ω 6)

Question 15 :

Concernant les lipides :

- A. Les glucocéramides sont plutôt retrouvés dans le SNC, contrairement aux galactocéramides.
- B. La vitamine A est impliquée dans la vision.
- C. De nos jours, on utilise des liposomes de 4^{ème} génération pour cibler un tissu particulier.
- D. Le 1,3-myristoyl-2-palmitoyl-glycérol possède un indice d'iode élevé.
- E. L'exposition aux UVs stimule la fabrication de céramides au niveau de la peau pour limiter l'évaporation.

Question 15 : B

- A. HORS PROGRAMME
- B. **VRAI:** La vitamine A est importante dans la synthèse des pigments de l'œil.
- C. HORS PROGRAMME
- D. **FAUX:** Il est nul car il s'agit d'acides gras saturés, or l'indice d'iode est la quantité d'iode en cg nécessaire pour saturer les double liaisons d'un lipide
- E. HORS PROGRAMME

Question 16 :

Concernant le rôle des lipides :

- A. L'appareil de Golgi présente des rafts lipidiques riches en phosphatidylcholine.
- B. Le cholestérol augmente la fluidité des membranes dans le plan latéral.
- C. L'inositol-triphosphate peut se fixer à la protéine kinase C présente sur la membrane du réticulum endoplasmique pour l'activer.
- D. Les lipides contenus dans les lipoprotéines comme les VLDL sont libérés par la lipoprotéine lipase.
- E. Dans la mucoviscidose, on observe une mauvaise digestion des lipides due à un déficit en lipase pancréatique.

Question 16 : D

- A. **FAUX:** Au contraire, les rafts ne possèdent pas de phosphatidylcholine/éthanolamine/sérine.
- B. **FAUX:** Il augmente la rigidité sur le plan latéral. En effet, il diminue les interactions entre les chaînes des AGs en s'intercalant entre ces dernières.
- C. **FAUX:** L'IP₃ se fixe sur un récepteur calcique du REL permettant la libération de Ca²⁺ qui va quant à lui activer la protéine kinase C, qui se fixe sur la membrane plasmique sur un diacylglycérol libéré lors de la formation de l'IP₃. (phosphatidylinositol -->diacylglycérol + inositol-triphosphate)
- D. **VRAI:** Les TAG des VLDL sont libérés de cette manière.
- E. HORS PROGRAMME

Question 17 :

Nous disposons d'un TAG, d'indice de saponification égal à 197. Nous connaissons deux des trois AGs estérifiés : l'acide arachidonique et l'acide linoléique. La seule information que nous avons au sujet du troisième AG est qu'il est saturé. Parmi les propositions suivantes, laquelle identifie le troisième AG ?
Pour rappel, les masses molaires usuelles sont :

H : 1 g.mol⁻¹ ; O : 16 g.mol⁻¹ ; C : 12 g.mol⁻¹ ; K : 39 g.mol⁻¹

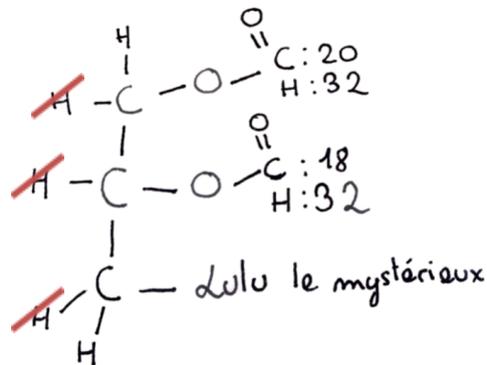
56/197=0.284 168/197=853 224/197=1137 112/197=568

- A. L'acide arachidique.
- B. L'acide myristique.
- C. L'acide laurique.
- D. L'acide palmitoléique.
- E. L'acide n-dodécanoïque.

Question 17 : B

B VRAI Bien qu'un peu fastidieux ce type d'exercice est facilement réalisable puisqu'il faut utiliser une seule formule : $Is = (M_{koh} \times 1000) / M_{ester}$

Cependant, il faut rester vigilant et veiller à ne rien oublier (même pas un petit H). Pour ce faire, je vous conseille de faire un schéma pour mieux visualiser le TAG.



On a barré les 3H du glycérol car pour utiliser la formule brute des lipides, on compte le H de chaque fonction OH, qui se retrouve estérifié au glycérol. On ne le compte pas dans la masse molaire du glycérol pour compenser (puisque'ils sont déjà comptés dans la masse molaire du glycérol).

Pour connaître la nature du troisième AG estérifié il faut trouver sa masse molaire. Pour la trouver il faut en fait tout d'abord retrouver la masse molaire du TAG en entier, puis soustraire la masse molaire de tous ce qui n'appartient pas à Lulu le mystérieux, soit la masse molaire du glycérol triplement estérifié, la masse molaire de l'acide arachidonique ainsi que celle de l'acide linoléique.

$$\begin{aligned} \text{On a donc : } M_{ester} &= (M_{koh} \times 1000) / Is \\ &= (56 \times 3 \times 1000) / 197 \\ &= 168000 / 197 \\ &= \mathbf{853} \end{aligned}$$

(Ici on a fait 56x3 car il faut trois molécules de KOH car il y a trois AG estérifiés sur le glycérol.)

On y soustrait donc tout ce qu'on connaît du TAG :

$$\begin{aligned} M(\text{lululemystérieux}) &= M_{ester} - M_{glycérol} - M(\text{arachidonique}) - M(\text{linoléique}) \\ &= 853 - (3 \times 12 + 2) - (20 \times 12 + 16 \times 2 + 32) - (18 \times 12 + 16 \times 2 + 32) \\ &= 853 - 38 - 304 - 280 \\ &= \mathbf{231} \end{aligned}$$

De plus on sait que lulu le mystérieux est saturé c'est-à-dire qu'il ne comporte aucune double liaison.

Ainsi sa formule brute est de la forme : $C_n H_{(2n)} O_2$

On cherche donc désormais la valeur de « n », correspondant au nombre de carbones. On remplace les atomes par leur masse molaire, puis il ne reste plus qu'à résoudre une équation du premier degré :

$$231 = 12n + 2n + 32$$

$$199 = 14n$$

$$n = 199/14$$

$$n = 14,21 \approx 14$$

On trouve donc que le nombre de carbone de lulu le mystérieux est égale à 14. D'après le tableau du cours, on sait que l'acide gras ne comportant aucune insaturation et comptant 14 carbones est **l'acide myristique**, l'acide n-tétradécanoïque.

Longueur relative	nC	Nom systématique	Symbole	Nom commun	Remarques
Chaîne courte	4	n-butanoïque	4:0	Butyrique	Beurre
	6	n-hexanoïque	6:0	Caproïque	Lait de chèvre
	8	n-octanoïque	8:0	Caprylique	
	10	n-décanoïque	10:0	Caprique	
Chaîne moyenne	12	n-dodécanoïque	12:0	Laurique (laurier)	Huiles, graisses animales et végétales
	14	n-tétradécanoïque	14:0	Myristique (myrte)	
	16	n-hexadécanoïque	16:0	Palmitique (palme)	
	18	n-octadécanoïque	18:0	Stéarique (suif)	
	20	n-icosanoïque	20:0	Arachidique	
Chaîne longue	22	n-docosanoïque	22:0	Béhénique	Graines
	24	n-tétracosanoïque	24:0	Lignocérique	
	26	n-hexacosanoïque	26:0	Cérotique	Cires des
	28	n-octacosanoïque	28:0	Montanique	plantes,
	30	n-triacontanoïque	30:0	Mélistique	bactéries,
	32	n-dotriacontanoïque	32:0	Lacéroïque	insectes

Question 18 :

A propos du lipide de la question 18 :

- Son indice d'iode est positif.
- Son indice d'iode est négatif.
- Son indice d'iode est égal à l'indice d'iode de l'acide stéarique.
- Son indice d'iode est plus élevé que celui des deux autres acides gras estérifiés sur le TAG.
- Pour calculer un indice d'iode on utilise la masse molaire du diiode.

Question 18 : CE

A FAUX

B FAUX

L'indice d'iode correspond à la masse de diiode capable de se fixer sur les insaturations de 100g de corps gras.

Or ici même sans avoir levé le voile sur l'identité de lulu le mystérieux on peut répondre à cette question. En effet on nous dit dans l'énoncé de la question précédente que cette AG ne comporte aucune insaturation, ainsi aucune molécule de diiode ne peut se fixer, l'indice est donc nul. On le voit aussi avec la formule :

$$I_i = (X \times M_{I_2} \times 100) / M_{\text{matière grasse}} \quad \text{où } X \text{ représente le nombre de double liaison}$$

Ici X est égale à zéro et donc l'indice d'iode aussi.

Ainsi les items A et B sont bien faux, d'ailleurs un indice d'iode ne peut jamais être négatif.

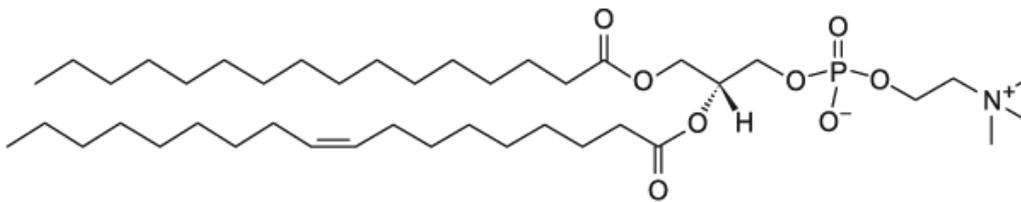
C VRAI L'acide stéarique comporte certes 18 carbones mais il comporte 0 insaturation, ainsi de la même façon que l'acide myristique, il a un indice d'iode égal à zéro.

D FAUX Les deux autres AGs estérifiés sur le TAG sont l'acide arachidonique et l'acide linoléique. Ils comportent respectivement 4 et 2 doubles liaisons, ils ont alors par définition tous deux un indice d'iode supérieur à zéro, et donc supérieur à l'indice d'iode de l'acide myristique.

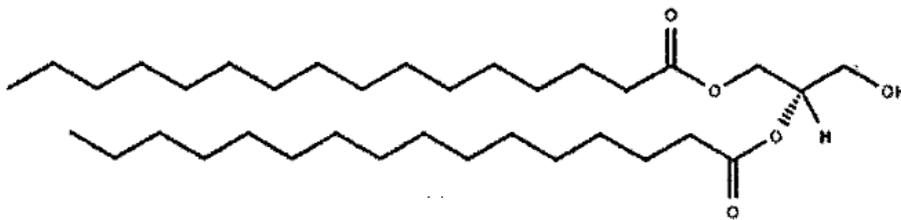
E VRAI En effet, comme mentionné dans la formule, on utilise la masse molaire du diiode pour retrouver le nombre d'insaturations.

Question 19 :

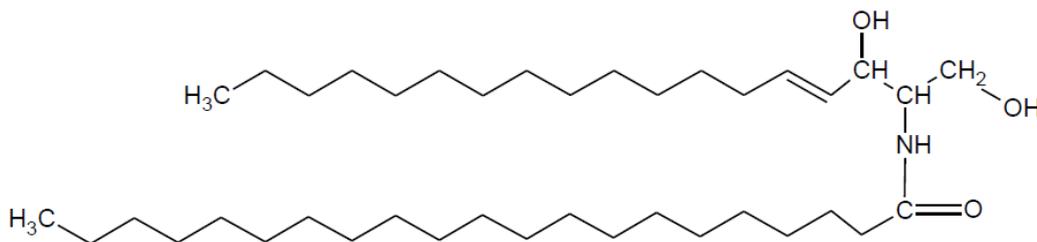
Lipide 1 :



Lipide 2 :



Lipide 3 :

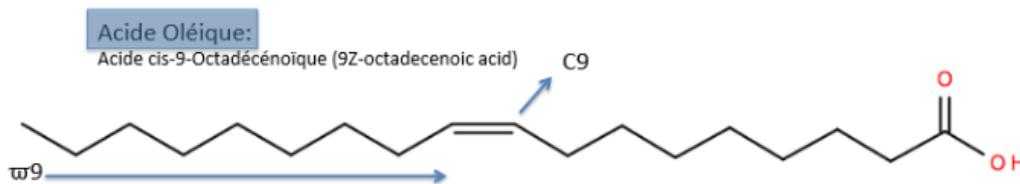


- A. L'acide gras estérifié en position deux sur le lipide 1 appartient à la famille des omégas 9 et est présent dans l'huile d'olive.
- B. En ajoutant une choline sur une fonction OH libre du lipide 3, on obtient une molécule impliquée dans une maladie neurodégénérative.
- C. Le lipide 2 est un lipide hétérogène car il n'a que deux acides gras, il lui reste une fonction OH libre.
- D. L'action d'une phospholipase A2 sur le lipide 1 entraînera la libération d'un AG dont la température de fusion sera supérieure à celle de l'acide linoléique.
- E. Puisqu'il n'y a pas de phosphate dans la composition du lipide 3, ce dernier appartient aux lipides simples.

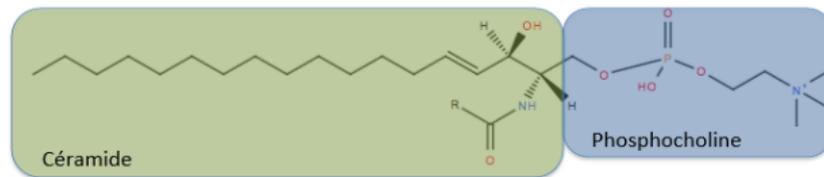
Question 19 : AD

A VRAI Avant toutes choses il faut comprendre de quel endroit on parle lorsqu'on évoque les différentes positions. Ces numéros de positions désignent les différentes fonctions OH du glycérol. Ici on nous parle dans l'item de l'AG estérifié en position deux, c'est donc l'acide gras qui est sur la fonction OH du milieu.

Ensuite, une fois repéré on se rend compte qu'en effet, l'acide gras qui est estérifié en 2 sur le premier lipide est l'acide oléique (18 carbones, 1 insaturation), c'est bien un oméga 9 puisque l'insaturation est bien à la neuvième position en partant du carbone opposé à la fonction carboxylique, en numérotation diététique, donc. De plus, le professeur précise bien que cet AG est présent dans l'huile d'olive.



B FAUX Attention, on sous-entend dans l'item que céramide + choline = sphingomyéline, or la sphingomyéline est composée d'une molécule de céramide et d'une PHOSPHO choline. La suite de l'item aurait été cohérente, puisque en effet la sphingomyéline est impliquée dans la constitution des gaines de myéline qui sont elles-mêmes détruites dans des processus pathologiques tel que la sclérose en plaque, maladie neurodégénérative.



C FAUX La notion d'hétérogénéité s'applique pour les TAGs. En effet, les TAGs qualifiés d'homogènes sont ceux qui ont les trois mêmes AGs estérifiés. Ici nous avons affaire à un DAG, pas concerné par cette classification.

D VRAI L'action de la phospholipase A2 entraînera la libération d'un acide oléique, 18 carbones et une insaturation. L'acide linoléique quant à lui possède aussi 18 carbones mais comporte 3 insaturations. La température de fusion augmente avec le nombre de carbones mais attention, elle diminue pour une augmentation du nombre de double liaisons à un nombre de carbone constant. Ici les deux AGs ont le même nombre de carbone mais l'acide linoléique a 2 insaturations de plus que l'acide oléique. L'acide oléique a donc bien une température de fusion supérieure à celle de l'acide linoléique.

E FAUX Le lipide 3 est une molécule de céramide, lipide appartenant à la classe des sphingolipides, lipides complexes.

Question 20 :

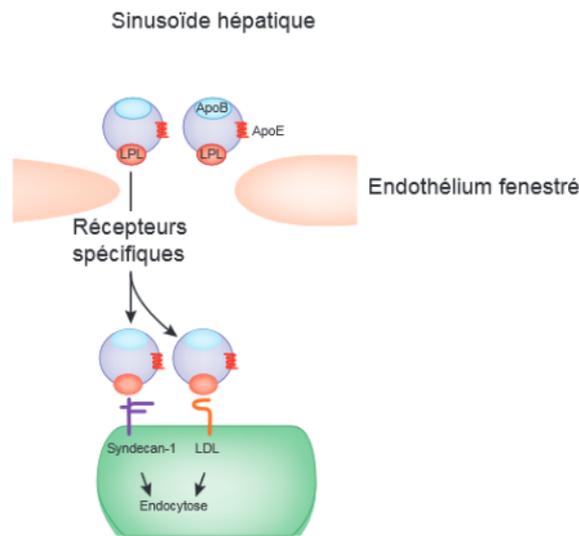
- A. La récupération des lipides peut se faire, au niveau du foie, par un récepteur spécifique aux LDLs.
- B. L'insuline, tout comme l'adrénaline, inhibe la dégradation des TAGs.
- C. Les globosides comportent plus d'oses que les cérébrosides mais moins que les gangliosides.

D. La membrane cellulaire est formée de lipides répartis en double feuillet. Les phosphoéthanolamines et les phosphatidylsérines sont en proportion plus importante au niveau du feuillet interne.

E. La suractivation de PI3K a une implication dans des phénomènes cancérigènes.

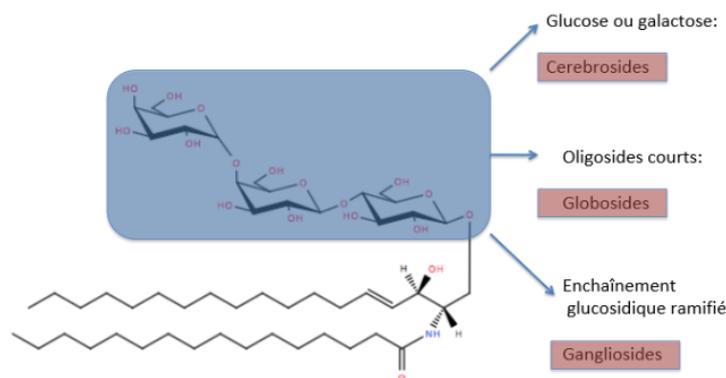
Question 20 : ACE

A VRAI La récupération des lipides peut se faire de deux façons différentes au niveau du foie, dont via les récepteurs spécifiques aux LDLs, comme mentionné ci-dessous sur le schéma du diaporama.



B FAUX L'insuline inhibe bien la dégradation des TAGs. L'insuline est une hormone hypoglycémiante cela signifie bien qu'elle va favoriser le stockage, puisque l'organisme n'aura pas besoin d'énergie supplémentaire. Cependant l'adrénaline, elle, n'aura pas le même rôle. Au contraire, elle va rentrer en action lorsque le corps aura des besoins énergétiques, lors de situations de stress, par exemple. Elle va alors favoriser la dégradation des TAGs.

C VRAI Les globosides comportent une portion glucidique courte, plus longue que celle des cérébrosides puisque leurs portions comprennent uniquement un ose. Les gangliosides quant à eux ont bien plus d'ose que les globosides puisqu'ils vont être ramifiés entre eux.



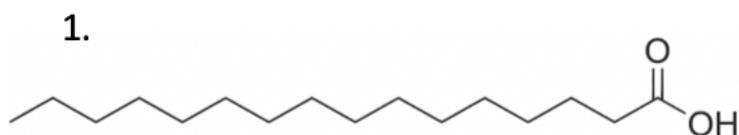
D FAUX C'est la phosphatidyléthanolamine et non la phosphoéthanolamine qui est présente sur le feuillet interne.

E VRAI En effet, la PI3K phosphoryle l'inositol en position 3, ce qui augmente le recrutement des protéines kinases, ce qui favorise la prolifération cellulaire. Ce phénomène peut ainsi être impliqué dans la prolifération cellulaire dérégulée à l'origine de cancer.

Question 21 :

Une HPLC est réalisée à partir des acides gras suivants :

- A : l'acide trans-9-octadécénoïque.
- B : l'acide myristique.
- C : l'acide palmitoléïque.
- D : Le lipide 1.
- E : L'acide gras libéré par l'action d'une lipase intestinale sur le lipide 2.



Cochez la/les réponse(s) juste(s).

- A. Le temps de rétention de l'acide gras A est plus important que le temps de rétention de l'acide gras E.
- B. Le temps de rétention de l'acide gras A est inférieur au temps de rétention de l'acide gras D.
- C. L'acide gras B a le temps de rétention le plus court.
- D. Si l'acide gras E subit un processus d'hydrogénation, il aura alors un temps de rétention plus court que le temps de rétention de l'acide gras C.
- E. En CPG l'acide gras D a un temps de rétention plus long que celui de l'acide gras C.

Question 21 : AC

Pour résoudre cet exercice il faut d'abord lister tous les acides gras utilisés pour l'HPLC :

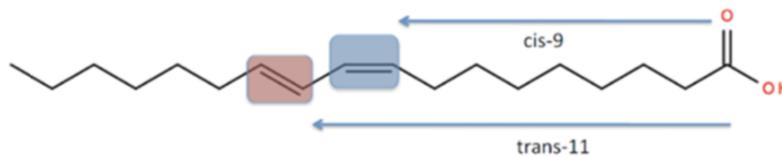
- A : l'acide trans-9-octadécénoïque = (18 : 1) de configuration trans.
- B : l'acide myristique = (14 : 0)
- C : l'acide palmitoléïque = (16 : 1)
- D : Le lipide 1 = (16 : 0)
- E : L'acide gras libéré par l'action d'une lipase intestinale sur le lipide 2 = (18 : 1) de configuration cis d'après le schéma. En effet une lipase intestinale libère l'acide gras estérifié sur le **deuxième** carbone.

Au niveau du site actif :

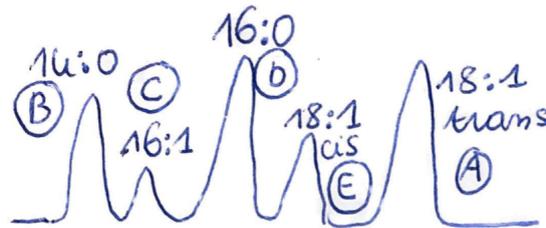
Les lipases *gastriques* et *pancréatiques* hydrolysent les TAG en position 1 et 3 ;

Les lipases *intestinales* hydrolysent les TAG en position 2.

RAPPEL : Schématiquement les liaisons cis et trans ne sont pas représentées de la même manière :



Ensuite on se souvient qu'en HPLC, le temps de rétention augmente avec le nombre de carbones et baisse avec le nombre d'insaturations. On peut s'aider en HPLC de la règle qui suppose qu'une insaturation équivaut à un peu moins de 2 carbones. Ainsi un AG (16 : 1) migrera de la même façon qu'un AG (14 : 0), on enlève deux carbones puisqu'il y a une insaturation. Il faut aussi savoir qu'une insaturation trans destabilise moins l'acide gras qu'une insaturation cis, par conséquent elle abaissera moins le temps de rétention qu'une insaturation cis. On peut donc maintenant schématiser le profil d'HPLC obtenu :



On peut désormais répondre aux questions :

A VRAI

B FAUX

C VRAI

D FAUX L'hydrogénation va permettre de supprimer l'insaturation, donc suite à ce processus l'AG E aura comme formule (18 : 0), son temps de rétention sera alors plus élevé qu'un AG (16 : 1).

E FAUX En CPG le temps de rétention augmente avec le nombre de carbones et augmente avec le nombre d'insaturations. Donc un AG (16 : 0) aura un temps de rétention plus court qu'un AG (16 : 1).

Question 22 :

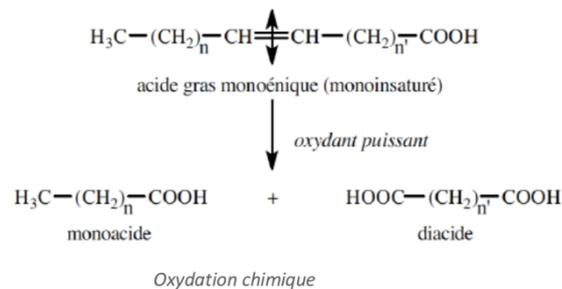
A partir de l'énoncé de la question 22 :

- L'oxydation chimique de l'acide gras E libère un monoacide de 8 carbones et un diacide de 10 carbones.
- La biosynthèse des acides gras se fait intégralement dans le cytosol.
- Les gangliosides sont des céramides sur lesquelles il y a ajout d'oligosides courts sur la dernière fonction alcool de la céramide.
- La sphinganine est un précurseur des céramides.

- E. Les analyses lipidomiques ont permis l'identification d'une nouvelle classe de lipides chez les souris ayant un syndrome de type diabétique.

Question 22 : DE

A FAUX L'oxydation chimique de l'acide gras E permettra la création d'un monoacide de 9 carbones et d'un diacide de 9 carbones également. On rappelle qu'une oxydation chimique permet de rompre les doubles liaisons et d'obtenir des monoacides et des diacides gras, à la suite de l'apparition de nouvelles fonctions carboxyliques de part et d'autre de la liaison.



B FAUX La biosynthèse est réalisée dans le cytosol **jusqu'à 16 carbones**, ensuite elle continue dans la mitochondrie. Un acide palmitique pourra donc être entièrement synthétisé dans le cytosol mais pas un acide stéarique.

C FAUX Les **gangliosides** sont des céramides sur lesquelles il y a ajout d'enchaînements glycosidiques ramifiés sur la dernière fonction alcool de la céramide. L'ajout d'oligosides courts sur une céramide correspond à la définition des **globosides**.

D VRAI

E VRAI

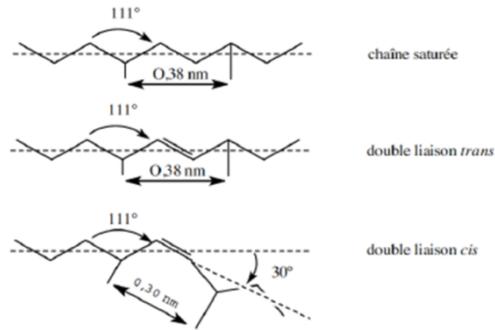
Question 23 :

Cochez la/les réponse(s) juste(s).

- A. Dans le cas d'un isomère avec une liaison trans, la chaîne carbonée s'incline de 30° par rapport à l'axe d'origine.
- B. Les apolipoprotéines sont des complexes constitués d'un cœur hydrophobe et d'une surface hydrophile.
- C. Le mouvement brownien est une description mathématique d'un mouvement désordonné et aléatoire.
- D. les PE et les PS sont transportés de manière active du golgi au cytosol.
- E. Les réactions de β- oxydation ont principalement lieu dans le foie, les muscles et le tissu adipeux bruns.

Question 23 : CDE

A FAUX C'est le cas pour l'**isomère cis**. Il faut se souvenir que l'isomère trans déstabilise moins la chaîne carbonée que l'isomère cis, il permet de rester dans l'axe d'origine.



B FAUX Attention : Les apolipoprotéines sont les protéines présentes dans les lipoprotéines. Ici la définition correspondait donc aux **lipoprotéines**, qui sont des complexes constitués d'un cœur hydrophobe et d'une surface hydrophile.

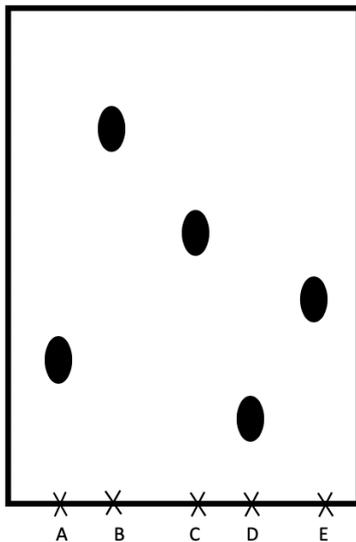
C VRAI

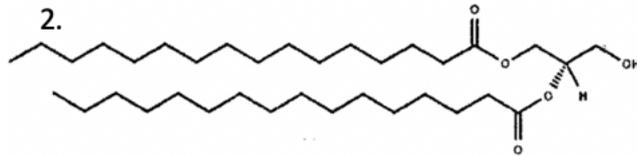
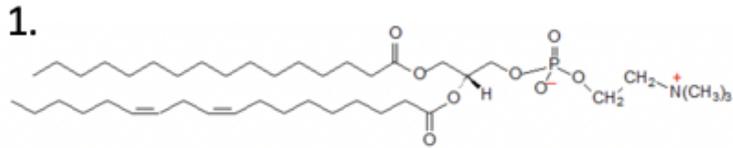
D VRAI

E VRAI

Question 24 :

Vous analysez en Chromatographie sur Couche Mince (CCM) différents lipides mais perdez vos résultats. Vous devez retrouver à quelle tâche correspond chacun de vos lipides. Les différents lipides utilisés lors de cette CCM sont : le lipide 2, le lipide libéré par l'action d'une phospholipase A2 sur le lipide 1, le lipide 1 lui-même, l'acide stéarique et un cholestérol. Voici le profil de CCM obtenu :





Cochez la/les réponse(s) juste(s).

- A. La tâche C est un $\omega 3$ retrouvé dans l'huile de lin et les graines.
- B. La tâche E correspond à une lécithine.
- C. Un ester de cholestérol aurait migré plus loin que le lipide de la tâche B.
- D. Le lipide correspondant à la tâche A a un rapport frontal plus important qu'un TAG en CCM.
- E. La tâche B a un temps de rétention plus long en HPLC que la tâche C.

Question 24 : CE

Pour résoudre cet exercice il faudra tout d'abord déterminer à quel lipide correspond chaque tâche. Les différents lipides utilisés sont :

- Le lipide 2 qui est un DAG.
- Le lipide libéré par l'action d'une phospholipase A2 sur le lipide 1, qui est l'acide linoléique (18 :2)
- Le lipide 1 lui-même qui est un phospholipide : la phosphatidylcholine.
- L'acide stéarique (18 :0)
- Un cholestérol

Ensuite il faut savoir l'ordre de polarité des différents lipides :

Du plus apolaire au plus polaire :
Esters de cholestérol > TAG > Acides gras libres > Cholestérol
> DAG > MAG > Phospholipides

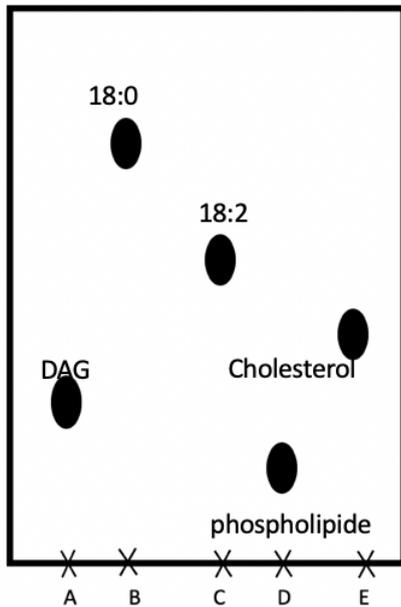
De plus, l'apolarité des AG libres augmente avec le nombre de carbones et baisse avec les insaturations.

→ Le professeur ne posera plus de questions sur la différence de polarité entre acide gras saturé et insaturé en CCM : certaines parties de ce QCM sont donc hors programme.

Par conséquent l'ordre de nos lipides du plus apolaire au plus polaire :

18 : 0 > 18 : 2 > cholesterol > DAG > phospholipide

En sachant que sur une CCM la tâche la plus haute correspond au lipide le plus apolaire voici notre profil de CCM :



On peut maintenant répondre aux questions.

A FAUX La tâche C correspond à l'acide linoléique qui est bien retrouvé dans l'huile de lin et les graines de maïs, mais c'est un $\omega 6$. Pour trouver plus facilement de quel ω il s'agit, on peut partir de l'extrémité libre de la chaîne carbonée (pas l'extrémité où se trouve l'acide carboxylique) et compter le nombre de carbones avant de tomber sur une insaturation. Ici, on comptait bien 6 carbones, c'est donc un $\omega 6$.

B FAUX La tâche E correspond au cholestérol. Une lécithine est une phosphatidylcholine, cela correspondrait donc plutôt à la tâche D.

C VRAI En effet, les esters de cholestérol sont les plus apolaires, donc ils migreront plus loin que l'acide stéarique qui est un AG libre.

D FAUX Le lipide correspondant à la tâche A est un DAG, or les DAG sont moins apolaires que les TAG, ils migrent donc moins loin et auront donc un rapport frontal plus faible.

E VRAI La tâche B correspond au 18 : 0, tandis que la tâche C correspond au 18 : 2. En HPLC, le temps de rétention augmente avec le nombre de carbones et baisse avec le nombre d'insaturations, donc le 18 : 0 aura un temps de rétention plus élevé que le 18 : 2. → HORS PROGRAMME car on ne pouvait pas différencier les 2 AG libres en CCM.

Question 25 :

- A. Un isomère trans aurait un rapport frontal plus important qu'un isomère cis en CCM.
- B. Les sphingophospholipides sont constitués d'une céramide et d'une phosphocholine.
- C. Les cardiolipines sont des lipides simples présents dans les membranes bactériennes.

- D. Il existe une perméabilité sélective de la bicouche lipidique : toutes les molécules polaires se retrouvent bloquées et ne peuvent pas passer la membrane lipidique, hormis l'eau qui est capable de passer grâce à l'effet osmotique.
- E. L'acide arachidonique est important dans la signalisation cellulaire. L'action d'une lipooxygénase sur ce lipide donne les leukotriènes.

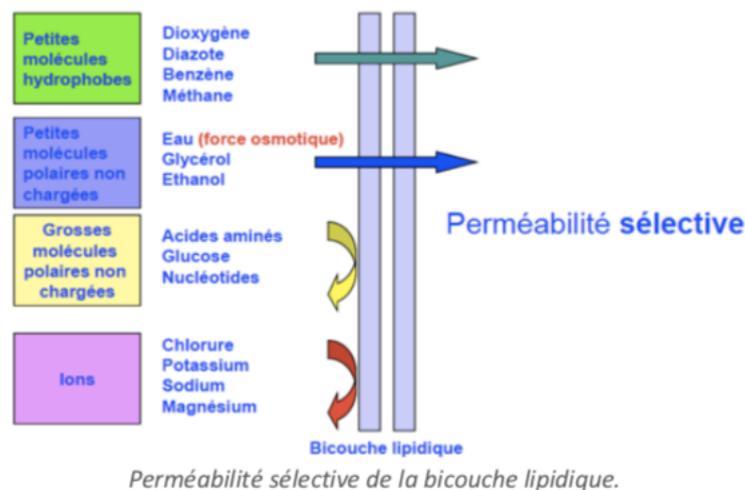
Question 25 : E

A HORS PROGRAMME

B FAUX Ce sont les sphingomyélines qui sont constituées d'une céramide et d'une phosphocholine. Les sphingophospholipides sont constitués d'une céramide et de n'importe quel groupe phosphate : phosphocholine, phosphoéthanolamine...

C FAUX Les cardiolipines sont des lipides complexes.

D FAUX Attention, la perméabilité sélective des membranes permet aux petites molécules polaires non chargées de passer, ce sont les grosses molécules polaires non chargées qui seront bloquées à la membrane.



E VRAI

Question 26 :

- A. Les HDL sont des lipoprotéines de faible densité, elles possèdent donc peu de protéines.
- B. La β -oxydation des acides gras se fait en deux grandes étapes : couplage d'un acyl au coenzyme A pour créer de l'acetyl-coA, et oxydation progressive du carbone β .
- C. L'insuline favorise la biosynthèse des AG dans le foie.
- D. Au sein de la bicouche lipidique les protéines se trouvent immobiles contrairement aux lipides.
- E. Le PAF est un lipide constitué d'un glycérol lié à un acyl simple et à un alkyl. Il est impliqué dans les phénomènes de coagulation.

Question 26 : CE

A FAUX Les HDL sont des lipoprotéines de haute densité et possèdent donc beaucoup de protéines.

B FAUX Attention, la première étape sert à former de l'acyl-coA et la deuxième étape correspond à l'oxydation progressive du carbone β . C'est l'ensemble de la β -oxydation qui permettra en finalité de produire de l'acétyl coA.

C VRAI

D FAUX Les protéines sont entraînées par les mouvements des lipides et ne sont donc pas immobiles.

E VRAI

Question 27 :

- A. L'insuline favorise le stockage de l'énergie principalement dans les tissus adipeux bruns. Ce sont eux qui constituent 95% des tissus adipeux chez l'Homme.
- B. Les lipides s'organisent en bicouches pour former des membranes, dont la mobilité augmente avec le nombre d'insaturations des chaînes carbonées composant ces lipides.
- C. Le feuillet externe d'une membrane est enrichi en sphingomyéline et en phosphatidylsérine.
- D. La céramide possède un rôle de second messenger régulant des voies de signalisation de prolifération et de dégradation cellulaire.
- E. L'acide arachidonique est un précurseur des prostaglandines.

Question 27 : BDE

A FAUX L'insuline favorise bien le stockage de l'énergie, cependant celui-ci se fait en majorité dans les tissus adipeux **blancs** qui constituent 95% des tissus adipeux chez l'Homme. Les tissus adipeux bruns sont plus rares chez l'Homme, on les retrouve surtout chez les mammifères hibernants et les nouveau-nés.

B VRAI La mobilité des membranes lipidiques dépend de la longueur des chaînes carbonées des lipides qui la composent. Plus les chaînes carbonées sont longues, plus la rigidité augmente. Plus leur nombre d'insaturations est élevé, plus la rigidité diminue, et les membranes sont donc plus mobiles.

C FAUX Le feuillet externe d'une membrane est enrichi en sphingomyéline et en phosphatidyl**choline**. La phosphatidylsérine est retrouvée surtout sur le feuillet interne des membranes.

D VRAI Ces voies sont souvent dérégulées dans les cancers.

E VRAI Les cyclooxygénases transforment l'acide arachidonique en prostaglandine H2, qui est elle-même le précurseur des prostaglandines entre autres. C'est pour cela qu'on dit que l'acide arachidonique est bien un précurseur des prostaglandines.

Question 28 :

- A. Les chylomicrons sont composés à 90% de TAG alimentaires.

- B. Les apolipoprotéines sont constituées d'un cœur hydrophobe (composé de TAG et d'esters de cholestérol) et d'une surface hydrophile (composée de protéines et de phospholipides).
- C. La β -oxydation permet la production d'énergie à partir d'acides gras.
- D. Les VLDL fixent le cholestérol libéré dans le plasma à la suite de la mort de cellules et ramènent au foie les esters de cholestérol endogènes.
- E. La biosynthèse de l'acide stéarique se réalise entièrement dans le cytosol.

Question 28 : AC

A VRAI Les chylomicrons sont formés au niveau des entérocytes (=dans l'intestin, qui est le lieu d'absorption des nutriments) pour incorporer les lipides dans la circulation. Ils sont donc majoritairement composés de TAG alimentaires.

B FAUX Cette description correspond aux lipoprotéines. Ce sont des complexes servant au transport des lipides dans le sang, constitués d'un cœur hydrophobe (composé de TAG et d'esters de cholestérol) et d'une surface hydrophile (composée de protéines (=apolipoprotéines) et de phospholipides). Les apolipoprotéines sont les protéines servant à la structure de ce complexe, tandis que les lipoprotéines désignent tout le complexe, attention à ne pas confondre ces deux termes !

C VRAI Cette réaction permet d'obtenir de l'acétyl-CoA qui participe à la production d'énergie via le cycle de Krebs.

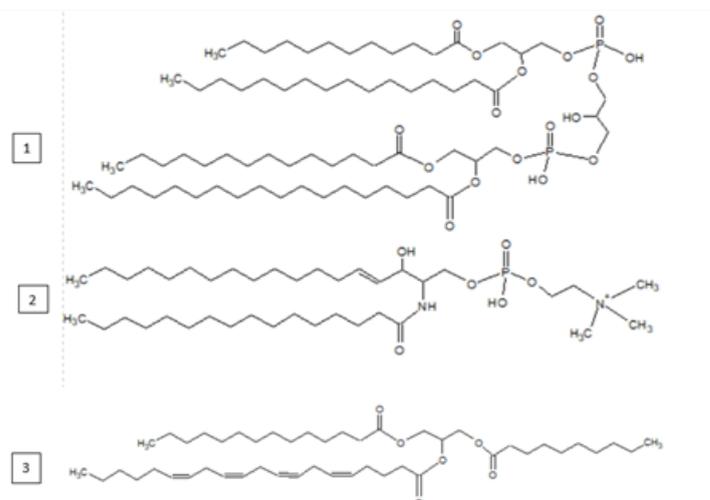
D FAUX Cette description correspond aux HDL. Les VLDL transportent des TAG et des cholestérols synthétisés par le foie vers les autres tissus.

Petit moyen mnémotechnique : HDL est considéré comme le « bon cholestérol » car il ramène au foie les esters de cholestérol endogènes et permet ainsi d'éviter l'accumulation de cholestérol dans les vaisseaux sanguins. Vous pouvez retenir que HDL = « bon cholestérol » car H=Happy.

E FAUX La biosynthèse des acides gras se réalise dans le cytosol pour des acides gras **jusqu'à 16 atomes de carbone**. L'acide stéarique ayant 18 atomes de carbone, sa biosynthèse se fait dans les mitochondries.

Petit moyen mnémotechnique : vous pouvez retenir « LMPSA » pour vous rappeler des noms des acides gras saturés : Laurique (12C), Myristique (14C), Palmitique (16C), Stéarique (18C), Arachidique (20C).

Question 29 :



- A. Le lipide 2 est un composant de la gaine de myéline des axones.
- B. Le lipide 4 migre plus loin que le lipide 3 en chromatographie sur couche mince.
- C. Après digestion par une lipase intestinale, le lipide 3 libère un précurseur de molécules de l'inflammation et un diacylglycérol.
- D. Le lipide 1 est un composant des membranes bactériennes et mitochondriales.
- E. Après digestion par une phospholipase D, le lipide 4 libère un acide phosphatidique et un inositol.

Question 29 : ACD

Le lipide 1 est composé de 2 acides phosphatidiques (=un glycérol où les 3 fonctions alcools sont engagées dans des liaisons : deux avec des acides gras et la troisième avec un phosphate). Ces acides phosphatidiques sont reliés entre eux par un glycérol. Il s'agit donc d'une cardiolipine.

Le lipide 2 est composé d'une céramide reliée à une phosphocholine, il s'agit de la sphingomyéline.

Le lipide 3 est composé d'un glycérol dont les trois fonctions alcools sont engagées dans des liaisons avec des acides gras. Il s'agit donc d'un triacylglycérol.

Le lipide 4 est composé d'un glycérol où les 3 fonctions alcools sont engagées dans des liaisons : 2 avec des acides gras et la troisième avec une phosphoéthanolamine. Il s'agit donc d'un phospholipide, et plus précisément d'une phosphatidyléthanolamine.

Pour résumer :

Lipide 1 = Cardiolipine

Lipide 2 = Sphingomyéline

Lipide 3 = TAG

Lipide 4 = Phospholipide

A VRAI Il s'agit de la sphingomyéline.

B FAUX En CCM, les lipides apolaires migrent plus loin : le TAG est plus apolaire que le phospholipide donc il migre plus loin.

Du plus apolaire au plus polaire :

Esters de cholestérol > TAG > Acides gras libres > Cholestérol > DAG > MAG > Phospholipides

Petit moyen mnémotechnique : vous pouvez retenir pour les 4 premiers « ETAC » (Esters de cholestérol, TAG, AG libres, Cholestérol).

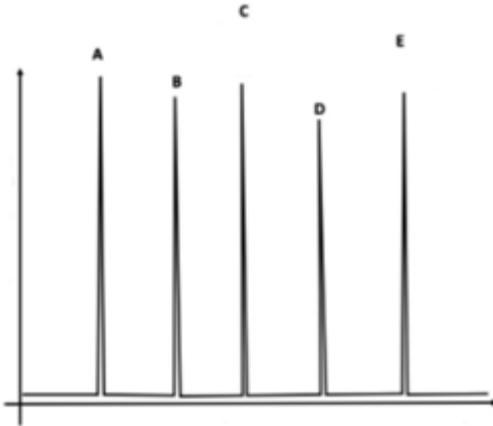
C VRAI Les lipases intestinales hydrolysent les TAG en position 2. La digestion libère donc bien un diacylglycérol et un acide gras. Ici l'acide gras libéré est l'acide arachidonique (on compte bien 20 atomes de carbone et 4 liaisons cis en position 5, 8, 11 et 14), qui est un précurseur de molécules de l'inflammation.

D VRAI Le lipide 1 est une cardiolipine, c'est en effet un composant des membranes bactériennes et mitochondriales.

E FAUX Le lipide 4 libérera un acide phosphatidique et une éthanolamine après digestion par une phospholipase D.

Question 30 :

Soit le profil de HPLC de différents acides gras :



Les acides gras utilisés lors de cette HPLC sont l'acide γ -linoléique, l'acide stéarique, l'acide linoléique, l'acide décanoïque et l'acide trans-trans-9,12-octadécadiénoïque. L'acide trans-trans-9,12-octadécadiénoïque correspond au pic D.

- A. Le pic B correspond à un acide gras essentiel.
- B. Le pic C correspond à un $\omega 6$ présent notamment dans l'huile de lin et les graines.
- C. L'acide myristique aurait eu un temps de rétention compris entre le pic A et le pic B s'il avait été analysé.
- D. Le pic E correspond à un acide gras saturé ayant pour origine le suif.
- E. La hauteur des pics correspond au temps qu'ont passé les acides gras dans la colonne de séparation.

Question 30 : BD

Dans ce type d'exercice, il faut bien faire attention à la méthode avec laquelle on analyse nos lipides : selon si l'on utilise l'HPLC ou la CPG, les résultats seront différents. Ici, on analyse nos lipides en HPLC donc :

Le temps de rétention augmente avec le nombre de carbones mais diminue avec le nombre d'insaturations.

De plus, il faut se rappeler que la diminution du temps de rétention d'une insaturation équivaut à la diminution du temps de rétention de 2 carbones (un peu moins).

En notant nos lipides seulement par leur nombre de carbones et d'insaturations, on a : (18:3) ; (18:0) ; (18:2) (cis) ; (10:0) ; (18:2) (trans).

Ainsi, mis à part l'acide décanoïque, nos acides gras ont tous 18 atomes de carbones.

On regarde donc combien de temps l'AG à 18 carbones ayant le plus d'insaturations reste par rapport à l'acide décanoïque. Il s'agit du (18:3), c'est l'AG à 18 carbones ayant le temps de rétention le plus court. Comme dit précédemment, la diminution du temps de rétention d'une insaturation équivaut à la diminution du temps de rétention de 2 carbones (un peu moins).

Ainsi on a : $18 - (2 \times 3) = 12$. (18:3) a donc un temps de rétention un peu plus grand que celui de l'acide laurique.

On sait donc que le temps de rétention le plus court est celui de l'acide décanoïque (10:0) -> 1^{er} pic.

Ensuite, le 2^{ème} temps de rétention le plus court est celui de l'acide γ -linoléinique (18:3) -> 2^{ème} pic.

Ensuite, on a l'acide linoléique et l'acide trans-trans-9,12-octadécadiénoïque qui ont tous deux 18 carbones et 2 insaturations. Or, on sait qu'une insaturation trans déstabilise moins qu'une insaturation cis, on peut aussi dire que ce n'est « pas tout à fait une double liaison » donc elle baisse moins le temps de rétention qu'une insaturation cis.

/!\ Le professeur ne précise plus cela dans son cours, il donnera ainsi toujours des indications dans l'énoncé concernant le temps de rétention des acides gras insaturés en trans par rapport aux acides gras insaturés en cis, c'est pourquoi je vous ai indiqué dans l'énoncé le pic correspondant à l'acide trans-trans-9,12-octadécadiénoïque. Je vous laisse cependant l'explication pour que vous puissiez faire les exercices des archives du Tutorat mais vous n'aurez pas à l'apprendre.

Ainsi l'acide linoléique (18:2) (cis) aura un temps de rétention plus bas que l'acide trans-trans-9,12-octadécadiénoïque (18:2) (trans).

Enfin, l'acide stéarique (18:0) aura le temps de rétention le plus élevé car c'est lui qui comporte le plus de carbones et le moins d'insaturations.

On a donc :

Pic A = acide décanoïque

Pic B = acide γ -linoléinique

Pic C = acide linoléique

Pic D = acide trans-trans-9,12-octadécadiénoïque

Pic E = acide stéarique

A FAUX Les acides gras essentiels sont l'acide linoléique et l'acide α -linoléinique.

B VRAI Il s'agit de l'acide linoléique, qui est bien un ω 6 présent notamment dans l'huile de lin et les graines.

C FAUX En HPLC, le temps de rétention augmente avec le nombre de carbones et diminue avec le nombre d'insaturations. De plus, il faut se rappeler que la diminution du temps de rétention d'une insaturation équivaut à la diminution du temps de rétention de 2 carbones (un peu moins). Ainsi l'acide γ -linoléique (18:3) reste aussi longtemps (ou un petit peu plus) que l'acide laurique (12:0). L'acide myristique (14:0) resterait donc plus longtemps que l'acide décanoïque et que l'acide γ -linoléique, son temps de rétention ne serait donc pas compris entre le premier et le deuxième pic s'il avait été analysé.

D VRAI Il s'agit de l'acide stéarique (18:0), qui est bien un acide gras saturé (=n'ayant aucune double liaisons C-C) ayant pour origine le suif.

E FAUX Cette définition correspond au temps de rétention qui est représenté **en abscisse**. La hauteur des pics n'est pas à considérer pour les exercices de HPLC.

Question 31 :

- A. La phylloquinone est une vitamine liposoluble constituée d'un noyau chromanol greffé sur une chaîne isoprénique.
- B. Les lipoprotéines sont des complexes servant au transport des lipides. Elles présentent une surface hydrophobe et un cœur hydrophile.
- C. La céramide, qui peut être obtenue après hydrolyse de l'acide arachidonique, possède un rôle important dans la signalisation cellulaire.
- D. Les lipopolysaccharides sont des saccharolipides qui peuvent entraîner la stimulation du système immunitaire inné lors d'une infection bactérienne.
- E. Les domaines rafts de la membrane plasmique sont des domaines possédant un rôle important dans la signalisation cellulaire.

Question 31 : DE

A FAUX On parle ici de la vitamine E. Or, la phylloquinone est l'autre nom de la vitamine **K**. Celle-ci est bien une vitamine liposoluble, cependant, elle est constituée d'une chaîne isoprénique associée à une **naphthoquinone** et non à un noyau chromanol.

B VRAI Les lipoprotéines sont bien des complexes servant au transport des lipides, cependant ils présentent un **cœur hydrophobe** et **une surface hydrophile**, et non l'inverse !

C FAUX La céramide peut être obtenue après hydrolyse de la sphingomyéline mais **ne dérive pas** de l'acide arachidonique. Le reste de l'item est juste, la céramide possède en effet un rôle de second messager dans les voies de signalisation de prolifération et de dégradation cellulaire. La voie de la céramide est souvent dérégulée dans les cancers.

D VRAI Les LPS (=lipopolysaccharides) sont en effet des saccharolipides constitués d'une partie lipidique (=lipide A) et d'une partie polysaccharidique. Les LPS sont des molécules de reconnaissance du système immunitaire des infections bactériennes. Leur reconnaissance par les récepteurs entraîne la stimulation du système immunitaire inné.

E VRAI Les rafts, aussi appelés radeaux lipidiques, sont des domaines moins fluides de la membrane enrichis en cholestérol, sphingomyéline, glycolipides et protéines. Ces domaines composent 20 à 30% des membranes biologiques et ils sont importants dans la signalisation cellulaire : on y trouve des récepteurs, c'est un lieu d'échange d'informations entre l'extérieur et la cellule.

Question 32 :

Nous disposons d'un DAG dont l'indice de saponification est égal à 209. Nous connaissons un acide gras : il s'agit de l'acide linoléique. La seule information dont nous disposons à propos du deuxième acide gras est qu'il est saturé. Parmi les propositions suivantes, laquelle identifie le deuxième acide gras ?

Pour rappel, les masses molaires usuelles sont : H : 1 g.mol⁻¹ ; C : 12 g.mol⁻¹ ; O : 16 g.mol⁻¹ ; K : 39 g.mol⁻¹

Aide au calcul : $112/209 \approx 0,536$; $209/112 \approx 1,866$

- A. L'acide stéarique.
- B. L'acide laurique.
- C. L'acide arachidique.
- D. L'acide palmitique.
- E. L'acide myristique.

Question 32 : B

Tout d'abord il faut calculer la masse molaire totale de l'ester, ici le DAG, que nous noterons M(DAG).

La formule à utiliser pour cette première étape est celle qui inclut l'indice de saponification :
 $M(\text{DAG}) = (M(\text{KOH}) \cdot x \cdot 10^3) / I_s$

Avec x le nombre d'estérifications d'acide gras, M(KOH) la masse molaire de la potasse et I_s l'indice de saponification.

La masse molaire de KOH = 39 + 16 + 1 = 56 ;

x = 2 car on a un DAG qui est ainsi estérifié deux fois ;

et I_s = 209 comme indiqué dans l'énoncé.

On a donc : $M(\text{DAG}) = (56 \cdot 2 \cdot 10^3) / 209 = (112/209) \cdot 10^3 = 0,536 \cdot 10^3 = 536$

Ensuite, il faut trouver le nombre de carbones que possède l'acide gras recherché. Pour cela, nous allons chercher sa masse molaire.

On sait que :

$M(\text{DAG}) = M(\text{glycérol}) + M(\text{acide linoléique}) + M(\text{acide inconnu})$

Donc :

$$M(\text{acide inconnu}) = M(\text{DAG}) - M(\text{glycérol}) - M(\text{acide linoléique})$$

On connaît M(DAG), il faut maintenant calculer M(acide linoléique) grâce à la formule :

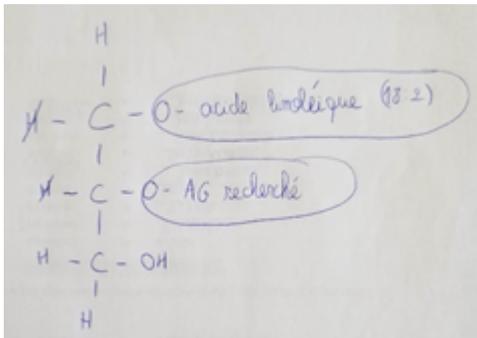
$$M(\text{Acide gras insaturé}) = 12n + (2n - 2X) + 32$$

Avec **n le nombre de carbones**, et **X le nombre d'insaturations** de chaque acide gras.

Donc :

$$M(\text{acide linoléique}) = 12 \times 18 + (2 \times 18 - 2 \times 2) + 32 = 216 + (36 - 4) + 32 = 216 + 32 + 32 = 280 \text{ g/mol.}$$

Enfin on doit calculer la masse molaire de matière grasse restante, ici celle du glycérol.



Ce qui est compté dans la masse molaire des AG est ici entouré, le reste est compté dans la masse molaire du glycérol.

Cette fois-ci il faut bien visualiser le schéma du glycérol et compter combien il y a de C et de H puis additionner leurs masses molaires. **On ne compte pas les O inclus dans des liaisons ester**, leur masse molaire étant déjà prise en compte pour les calculs de la masse molaire des acides gras. On a barré 2 H du glycérol car pour utiliser la formule brute des lipides, on compte le H de chaque fonction OH qui se retrouve estérifiée au glycérol. On ne le compte donc pas dans la masse molaire du glycérol pour compenser. Cela revient à enlever 1 à chaque estérification du glycérol.

$$M(\text{glycérol}) = M(\text{C}) \times 3 + M(\text{O}) \times 1 + M(\text{H}) \times 4 = 3 \times 12 + 16 + 4 = 56$$

On peut enfin calculer M(acide inconnu) :

$$M(\text{acide inconnu}) = M(\text{DAG}) - M(\text{glycérol}) - M(\text{acide linoléique}) = 536 - 56 - 280 = 200$$

Pour terminer et obtenir le nombre de carbones de l'acide gras recherché on réalise une équation simple en tenant compte de la formule :

$$M(\text{Acide gras saturé}) = 12n + 2n + 32$$

Avec n le nombre de carbones total de l'AG recherché.

$$M(\text{acide inconnu}) = 12n + 2n + 32$$

Donc :

$$200 = 14n + 32$$

$$168 = 14n$$

$n = 168/14 = 12$ -> L'acide gras recherché a 12 atomes de carbone.

L'acide gras recherché a 12 carbones et est saturé, il s'agit donc de l'acide gras (12:0), soit l'acide laurique.

A FAUX

B VRAI

C FAUX

D FAUX

E FAUX

Question 33 :

Nous disposons d'un TAG lié à un acide γ -linoléique, à un acide palmitique et à un dernier acide gras possédant 18 carbones mais dont l'état d'insaturation n'a pas été identifié. La masse molaire du TAG est égale à 854 et que son indice d'iode est égal à 119.

Pour rappel, la masse molaire de l'iode est : I : $127 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Parmi ces propositions, la(les)quelle(s) est(sont) exacte(s) :

Aide au calcul : $119/254 \approx 0,469$

- A. L'acide gras inconnu est l'acide stéarique.
- B. L'acide gras inconnu est l'acide linoléique.
- C. L'acide gras inconnu est l'acide oléique.
- D. L'acide gras inconnu possède 3 insaturations.
- E. L'acide gras inconnu possède un indice d'iode plus élevé que l'acide arachidonique.

Question 33 : C

Pour résoudre cet exercice, la formule à retenir est celle qui inclut l'indice d'iode :

$$X_{\text{tot}} = (I_i \cdot 10^{-2} \cdot M(\text{TAG})) / M(\text{I})$$

Avec **X_{tot}** le nombre total d'insaturations, **I_i** l'indice d'iode et **M(I)** la masse molaire du diiode.

On multiplie I_i par 10⁻² car l'indice d'iode est donné en cg, or il faut convertir en g pour utiliser la formule (la masse molaire étant donnée en g.mol⁻¹).

$$\text{Revenons à notre exercice, } X_{\text{tot}} = (119 \times 10^{-2} \times 854) / 254 = 0,468 \times 854 \times 10^{-2} = 3,99672 \approx 4$$

Notre TAG présente donc au total 4 insaturations. On en déduit que l'acide gras recherché présente $4 - 3 = 1$ insaturation. En effet nous savons que l'acide γ -linoléique en possède 3 et que

l'acide palmitique n'en possède pas, il en reste donc 1 pour l'acide gras recherché. L'acide gras inconnu est donc l'acide Oléique (18:1) (pour rappel, l'énoncé nous donnait le nombre de carbones de notre acide gras inconnu : 18).

A FAUX

B FAUX

C VRAI

D FAUX

E FAUX Plus le nombre d'insaturations est grand, plus l'indice d'iode est élevé. Ainsi, l'acide arachidonique, qui possède 4 insaturations, aura un indice d'iode plus élevé que l'acide gras recherché, l'acide oléique, qui n'en possède qu'une.

Question 34 :

- A. La biosynthèse du cholestérol se fait dans les hépatocytes à partir d'acetyl-CoA.
- B. Le cholestérol a plusieurs dérivés : les esters de cholestérol, les acides biliaires, les vitamines.
- C. Les minéralocorticoïdes sont importants dans la régulation de l'équilibre hydrominéral et favorisent la rétention de sodium au niveau rénal.
- D. La progestérone est une hormone sexuelle permettant la croissance et la différenciation de l'endomètre.
- E. La biosynthèse des stéroïdes peut se faire dans les gonades, le placenta et la medulla des glandes surrénales.

Question 34 : ACD

A VRAI La biosynthèse du cholestérol se fait dans le cytoplasme des cellules hépatiques à partir d'acetyl-CoA.

B FAUX Les esters de cholestérol, les acides biliaires, les vitamines D et les stéroïdes sont bien des dérivés du cholestérol, cependant, le squalène est un **précurseur** et non un dérivé.

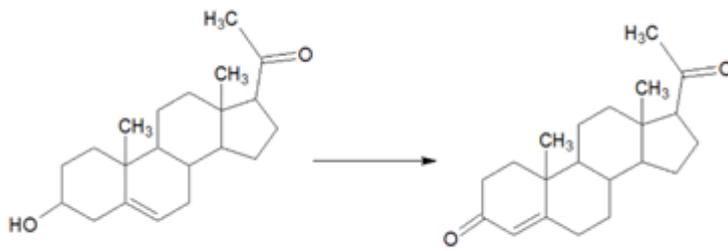
C VRAI Les minéralocorticoïdes sont en effet des acteurs de la régulation de l'équilibre hydrominéral. Ils favorisent l'élimination du potassium et la rétention de sodium au niveau rénal.

D VRAI La progestérone est bien une hormone sexuelle. Elle permet la croissance et la différenciation de l'endomètre et est fortement augmentée pendant la grossesse.

E FAUX La biosynthèse des stéroïdes peut se faire en effet dans les gonades et le placenta. Cependant, elle se fait dans le **cortex** des glandes surrénales et non la medulla.

Question 35 :

La réaction suivante est catalysée par une enzyme :



- A. Cette réaction est catalysée par l'enzyme 3- β -HSD.
- B. Au cours de cette réaction, on a une production de NAD^+ .
- C. Le substrat de cette enzyme est la progestérone.
- D. Le produit de cette enzyme peut subir une réaction catalysée par la 11- β -hydroxylase.
- E. Le produit de cette réaction est une hormone sexuelle.

Question 35 : AE

A VRAI Cette réaction est celle permettant la production de progestérone à partir de prégnénolone. Elle est en effet catalysée par l'enzyme 3- β -HSD, qui permet l'oxydation du carbone 3.

B FAUX Cette réaction consomme du NAD^+ pour le transformer en NADH, elle ne produit donc pas de NAD^+ mais du NADH.

C FAUX Il s'agit de la prégnénolone ! La progestérone est le produit de la réaction. Pour rappel, un produit est le résultat de la réaction, et le substrat est la molécule sur laquelle va agir l'enzyme pour former le produit.

D FAUX La 11- β -hydroxylase catalyse la réaction permettant de passer du deoxycorticostérone à la corticostérone. Or, le produit de la réaction n'est pas du deoxycorticostérone mais de la progestérone, on a d'abord une réaction catalysée par la 21-hydroxylase pour passer de la progestérone au deoxycorticostérone.

E VRAI Le produit de cette réaction est la progestérone, qui est bien une hormone sexuelle.

Question 36 :

- A. L'ubiquinone est un élément important entrant dans la constitution de la membrane interne des mitochondries.
- B. Les apolipoprotéines, dont sont composés les lipoprotéines, ont un rôle structural.
- C. La céramide, qui est un dérivé de l'acide arachidonique, régule différentes voies de signalisation souvent dérégées dans les cancers.
- D. Une ancre glycosylphosphatidylinositol est directement associée aux protéines en cours de synthèse dans le réticulum endoplasmique.
- E. Les domaines rafts de la membrane plasmique contiennent du cholestérol, des sphingomyélines, des glycolipides et des protéines. Ces domaines composent 20 à 30 % des membranes biologiques.

Question 36 : ABDE

A VRAI En effet, l'ubiquinone fait partie de la chaîne de transporteurs d'électrons de la phosphorylation oxydative et est donc un composant important de la membrane interne des mitochondries.

B VRAI Les apolipoprotéines sont des protéines composant les lipoprotéines. Elles ont en effet un rôle dans la structure des lipoprotéines.

C FAUX La céramide peut être obtenue à partir de la sphingomyéline mais **ne dérive pas** de l'acide arachidonique. Le reste de l'item est juste, la céramide possède en effet un rôle de second messenger dans les voies de signalisation de prolifération et de dégradation cellulaire. La voie de la céramide est souvent dérégulée dans les cancers.

D VRAI Une ancre glycosylphosphatidylinositol est une ancre GPI. Elle est en effet directement associée aux protéines en cours de synthèse dans le réticulum endoplasmique.

E VRAI Les rafts, aussi appelés radeaux lipidiques, sont des domaines moins fluides de la membrane enrichis en cholestérol, sphingomyéline, glycolipides et protéines. Ces domaines sont importants dans la signalisation cellulaire et composent en effet 20 à 30% des membranes biologiques.

Question 37 :

Nous disposons d'un DAG dont l'indice de saponification est égal à 190. Nous connaissons un acide gras : il s'agit de l'acide α -linoléique. La seule information dont nous disposons à propos du deuxième acide gras est qu'il est saturé. Parmi les propositions suivantes, laquelle identifie le deuxième acide gras ?

Pour rappel, les masses molaires usuelles sont : H : 1 g.mol⁻¹ ; C : 12 g.mol⁻¹ ; O : 16 g.mol⁻¹ ; K : 39 g.mol⁻¹

Aide au calcul : $112/190 \approx 0,589$; $190/112 \approx 1,696$

- A. L'acide stéarique.
- B. L'acide laurique.
- C. L'acide arachidique.
- D. L'acide palmitique.
- E. L'acide myristique.

Question 37 : D

Tout d'abord il faut calculer la masse molaire totale de l'ester, ici le DAG, que nous noterons M(DAG).

La formule à utiliser pour cette première étape est celle qui inclut l'indice de saponification :
 $M(\text{DAG}) = (M(\text{KOH}) \cdot x \cdot 10^3) / I_s$

Avec x le nombre d'estérifications d'acide gras, M(KOH) la masse molaire de la potasse et I_s l'indice de saponification.

La masse molaire de KOH = 39 + 16 + 1 = 56 ;

x = 2 car on a un DAG qui est ainsi estérifié deux fois ;

et Is = 190 comme indiqué dans l'énoncé.

On a donc : $M(\text{DAG}) = (56 \times 2 \times 10^3) / 190 = (112/190) \times 10^3 = 0,589 \times 10^3 = 589$

Ensuite, il faut trouver le nombre de carbones que possède l'acide gras recherché. Pour cela, nous allons chercher sa masse molaire.

On sait que :

$$M(\text{DAG}) = M(\text{glycérol}) + M(\text{acide } \alpha\text{-linoléinique}) + M(\text{acide inconnu})$$

Donc :

$$M(\text{acide inconnu}) = M(\text{DAG}) - M(\text{glycérol}) - M(\text{acide } \alpha\text{-linoléinique})$$

On connaît M(DAG), il faut maintenant calculer M(acide α -linoléinique) grâce à la formule :

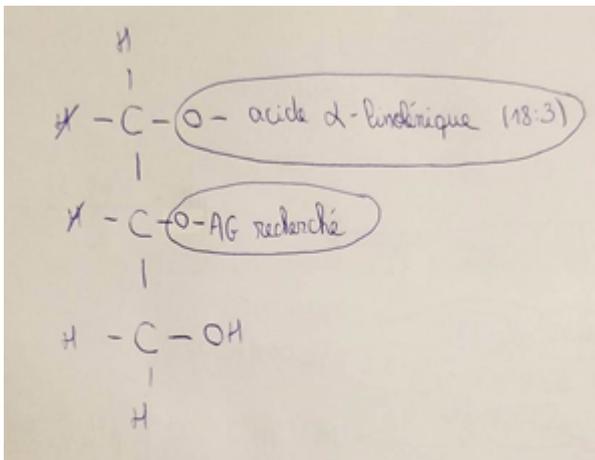
$$M(\text{Acide gras insaturé}) = 12n + (2n - 2X) + 32$$

Avec **n le nombre de carbones**, et **X le nombre d'insaturations** de chaque acide gras.

Donc :

$$M(\text{acide } \alpha\text{-linoléinique}) = 12 \times 18 + (2 \times 18 - 2 \times 3) + 32 = 216 + (36 - 6) + 32 = 216 + 30 + 32 = 278 \text{ g/mol.}$$

Enfin on doit calculer la masse molaire de matière grasse restante, ici celle du glycérol.



Ce qui est compté dans la masse molaire des AG est ici entouré, le reste est compté dans la masse molaire du glycérol.

Cette fois-ci il faut bien visualiser le schéma du glycérol et compter combien il y a de C et de H puis additionner leurs masses molaires, **on ne compte pas les O inclus dans des liaisons ester**, leur masse étant déjà prise en compte pour les calculs des masses d'acides gras. On a barré 2 H du glycérol car pour utiliser la formule brute des lipides, on compte le H de chaque fonction OH des AG qui se

retrouve estérifiée au glycérol. On ne le compte donc pas dans la masse molaire du glycérol pour compenser. Cela revient à enlever 1 à chaque estérification du glycérol.

$$M(\text{glycérol}) = M(\text{C}) \times 3 + M(\text{O}) \times 1 + M(\text{H}) \times 4 = 3 \times 12 + 16 + 4 = 56$$

On peut enfin calculer M(acide inconnu) :

$$M(\text{acide inconnu}) = M(\text{DAG}) - M(\text{glycerol}) - M(\text{acide } \alpha\text{-linoléique}) = 589 - 56 - 278 = 255$$

Pour terminer et obtenir le nombre de carbones de l'acide gras recherché on réalise une équation simple en tenant compte de la formule :

$$M(\text{Acide gras saturé}) = 12n + 2n + 32$$

Avec n le nombre de carbones total de l'AG recherché.

$$M(\text{acide inconnu}) = 12n + 2n + 32$$

Donc :

$$255 = 14n + 32$$

$$223 = 14n$$

$n = 223/14 \approx 15,9$ -> L'acide gras recherché a 16 atomes de carbone.

L'acide gras recherché a 16 carbones et est saturé, il s'agit donc de l'acide gras (16:0), soit l'acide palmitique.

A FAUX

B FAUX

C FAUX

D VRAI

E FAUX

Question 38 :

Nous disposons d'un TAG lié à un acide arachidonique, à un acide myristique et à un dernier acide gras possédant 18 carbones mais dont l'état d'insaturation n'a pas été identifié. La masse molaire du TAG est égale à 850 et son indice d'iode est égal à 179.

Pour rappel, la masse molaire de l'iode est : I : $127 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Parmi ces propositions, la(les)quelle(s) est(ont) exacte(s) :

Aide au calcul : $179/254 \approx 0,705$

- A. L'acide gras inconnu est l'acide stéarique.
- B. L'acide gras inconnu est l'acide linoléique.
- C. L'acide gras inconnu est l'acide oléique.
- D. L'acide gras inconnu possède 3 insaturations.
- E. L'acide gras inconnu possède un indice d'iode plus élevé que l'acide arachidonique.

Question 37 : B

Pour résoudre cet exercice, la formule à retenir est celle qui inclut l'indice d'iode :

$$X_{\text{tot}} = (I_i \cdot 10^{-2} \cdot M(\text{TAG})) / M(\text{I}_2)$$

Avec **Xtot** le nombre total d'insaturations, **Ii** l'indice d'iode et **M(I₂)** la masse molaire du diiode.

On multiplie I_i par 10⁻² car l'indice d'iode est donné en cg, or il faut convertir en g pour utiliser la formule (la masse molaire étant donnée en g.mol⁻¹).

$$M(\text{I}_2) = 2 \times 127 = 254 ;$$

$$\text{Donc } X_{\text{tot}} = (179 \times 10^{-2} \times 850) / 254 = 0,705 \times 850 \times 10^{-2} = 5,9925 \approx 6$$

Notre TAG présente donc au total 6 insaturations. On en déduit que l'acide gras recherché présente 6 – 4 = 2 insaturations. En effet nous savons que l'acide arachidonique en possède 4 et que l'acide myristique n'en possède pas, il en reste donc 2 pour l'acide gras recherché. L'acide gras inconnu est donc l'acide linoléique (18:2) (pour rappel, l'énoncé nous donnait le nombre de carbones de notre acide gras inconnu : 18).

A FAUX

B VRAI

C FAUX

D FAUX

E FAUX Plus le nombre d'insaturations est grand, plus l'indice d'iode est élevé. Ainsi, l'acide arachidonique, qui possède 4 insaturations, aura un indice d'iode plus élevé que l'acide gras recherché, l'acide linoléique, qui n'en possède que 2.

Question 38 :

- A. L'acide γ-linolénique possède 3 insaturations trans sur sa chaîne carbonée. C'est un isomère de l'acide α-linolénique.
- B. Les cérides sont composés de deux chaînes carbonées : l'une venant d'un acide gras et l'autre d'un alcool gras. Elles sont reliées par une liaison éther.
- C. La sphingophosphocholine est une composante de la gaine de myéline des axones. Elle sert d'isolant aidant à la transduction du message nerveux.
- D. Le PAF est un plasmalogène impliqué dans les phénomènes de coagulation.

- E. Si on ajoute des enchaînements glycosidiques ramifiés sur la dernière fonction alcool d'une céramide on obtient un globoside.

Question 38 : CD

A FAUX L'acide γ -linoléinique possède 3 insaturations **cis** sur sa chaîne carbonée. C'est bien un isomère de position de l'acide α -linoléinique, c'est-à-dire que seules les positions sur la chaîne carbonée de ses insaturations changent, pas leurs configurations. Les trois insaturations de l'acide γ -linoléinique se situent sur les carbones 6, 9 et 12 tandis que celles de l'acide α -linoléinique se situent sur les carbones 9, 12 et 15.

Rappel : la majorité des Agi naturels sont en configurations cis.

B FAUX Les cérides sont en effet composés de deux chaînes carbonées venant d'un acide gras et d'un alcool gras, mais ces dernières sont reliées par une liaison ester et non éther.

Attention à ne pas confondre eSter avec éther !

C VRAI La sphingophosphocholine est l'autre nom de la sphingomyéline. Cette molécule est composée d'une céramide liée à une phosphocholine, elle entre bien dans la composition des gaines de myéline des axones.

D VRAI Le PAF (= Platelet-Activating-Factor) est en effet un plasmalogène : il est constitué d'un glycérol lié à un alkyl (octadécényl) par une liaison éther, à un acetyl et à une phosphocholine. C'est le premier lipide décrit comme ayant des fonctions de messenger cellulaire et il est impliqué dans les phénomènes de coagulation.

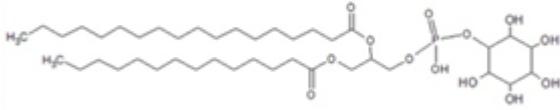
E FAUX On obtient un ganglioside. Attention à ne pas se mélanger entre les trois glycosphingolipides !

Énoncé commun aux questions 39 et 40 :

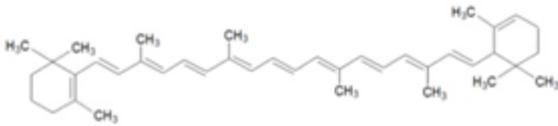
Soient les structures lipidiques suivantes (figure 1) :



1



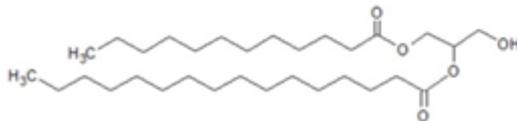
2



3



4



5

Question 39 :

- A. L'action des lipoxygénases sur le lipide 1 forme des leukotriènes.
- B. Le feuillet externe des membranes est enrichi en lipide 2 et en sphingomyélines.
- C. Le lipide 4 est un acide gras polyinsaturé de la série ω 3 tout comme l'acide linoléique.
- D. Le lipide 3 est un précurseur d'une vitamine importante dans la synthèse des os et des pigments de l'œil.
- E. Le lipide 1 migre plus loin en chromatographie sur couche mince que le lipide 5.

Question 39 : ADE

Le lipide 1 est un acide gras comportant 20 carbones et 4 doubles liaisons en position 5, 8, 11 et 14, il s'agit donc de l'acide arachidonique.

Le lipide 2 est composé d'un glycérol où les 3 fonctions alcools sont engagées dans des liaisons : 2 avec des acides gras et la troisième avec un phosphoinositol. Il s'agit donc d'un phospholipide, et plus précisément d'un phosphatidylinositol.

Le lipide 3 est un tétraterpène cyclisé, il s'agit de l' α -carotène.

Le lipide 4 est un acide gras comportant 18 carbones et 3 doubles liaisons en position 9, 12 et 15, il s'agit donc de l'acide α -linoléique.

Le lipide 5 est composé d'un glycérol où 2 fonctions alcools sont engagées dans des liaisons avec des acides gras : il s'agit d'un diacylglycérol.

Pour résumer :

Lipide 1 = Acide arachidonique

Lipide 2 = Phosphatidylinositol

Lipide 3 = α -carotène

Lipide 4 = Acide α -linoléique

Lipide 5 = DAG

A VRAI L'action des Lipoxygénases sur l'acide arachidonique forme bien des Leukotriènes tandis que l'action des cyclooxygénases forment les prostaglandines.

B FAUX Le feuillet externe des membranes est enrichi en sphingomyélines et phosphatidylcholines mais pas en phosphatidylinositol. Ce dernier est enrichi sur le feuillet interne des membranes.

C FAUX L'acide α -linoléique est bien un acide gras polyinsaturé de la série ω 3 cependant, l'acide linoléique est de la série ω 6 et non ω 3.

D VRAI L' α -carotène est un précurseur de la vitamine A. Cette vitamine est en effet importante dans la synthèse des os et des pigments de l'œil.

E VRAI En CCM, les lipides migrant le plus loin sont ceux les plus apolaires.

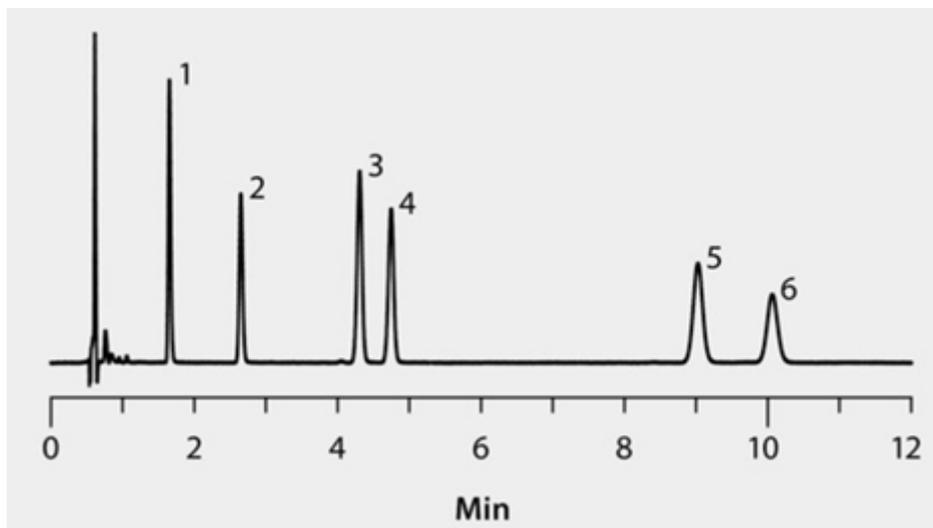
Du plus apolaire au plus polaire :

Esters de cholestérol > TAG > Acides gras libres > Cholestérol > DAG > MAG > Phospholipides

Les AG libres sont plus apolaires que les DAG donc le lipide 1 migrera plus loin en CCM que le lipide 5.

Question 40 :

Soit le profil de chromatographie liquide haute performance (HPLC) de différents acides gras (figure 2) :



Certains pics sont identifiés et correspondent aux acides gras suivants :

2 : acide γ -linoléique

5 : acide oléique

6 : acide stéarique

- A. L'acide α -linoléique a un temps de rétention plus faible que l'acide γ -linoléique.
- B. Si l'acide laurique est présent, il correspond au pic 1.
- C. Un acide gras essentiel peut se trouver parmi les pics 3 et 4.
- D. L'acide gras 2 de la figure 2 est représenté sur la figure 1.

- E. Cette technique peut être couplée avec une spectrométrie de masse lors d'une analyse lipidomique.

Question 40 : BCE

Dans ce type d'exercice, il faut bien faire attention à la méthode avec laquelle on analyse nos lipides : selon si l'on utilise l'HPLC ou la CPG, les résultats seront différents. Ici, on analyse nos lipides en HPLC donc :

Le temps de rétention augmente avec le nombre de carbones mais diminue avec le nombre d'insaturations.

De plus, il faut se rappeler que la diminution du temps de rétention d'une insaturation équivaut à un peu moins de la diminution du temps de rétention de 2 carbones.

Attention, cette règle permet d'approximer le temps de rétention des AGi lorsqu'ils ont peu d'insaturations mais elle n'est pas absolue : toujours vous référer à l'exemple du cours.

Le professeur ne vous donnera pas des AG au temps de rétention trop proche ou trop ambiguë.

Par exemple l'acide arachidonique a un TR plus proche de celui de l'acide myristique (il lui est légèrement supérieur) que de celui de l'acide laurique dans l'exemple du cours car il a de nombreuses insaturations.

La diminution du TR d'une insaturation n'est pas égale à celle de 2 carbones mais à un peu moins de la diminution du TR de 2 carbones. Ainsi, plus on a d'insaturations, plus on s'éloigne du temps de rétention équivalent lorsque l'on utilise cette règle car à chaque insaturation, on ne reste pas tout à fait aussi longtemps que l'AG ayant 2 carbones de moins. Cet écart de TR augmente à chaque nouvelle insaturation.

A FAUX L'acide α -linoléique et l'acide γ -linoléique ont le même temps de rétention : en effet, ils ont le même nombre de carbones et le même nombre et la même configuration d'insaturations. Ce sont des isomères de position : ils diffèrent par la position de leurs insaturations.

B VRAI L'acide laurique (12:0) a un temps de rétention inférieur à l'acide γ -linoléique, qui correspond au 2e pic. En effet, l'acide γ -linoléique possède 18 carbones et 3 insaturations, son temps de rétention correspond à un peu plus que le temps de rétention de l'acide gras possédant $2 \times 3 = 6$ carbones de moins, soit l'acide gras ayant 12 carbones et aucune insaturation, c'est-à-dire l'acide laurique.

C VRAI Les acides gras essentiels sont l'acide linoléique et l'acide α -linoléique. S'il était représenté, l'acide α -linoléique aurait un temps de rétention égal à celui de son isomère l'acide γ -linoléique. Cependant, l'acide linoléique a un temps de rétention compris entre l'acide γ -linoléique (même nombre de carbones mais moins d'insaturations) et l'acide oléique (même nombre de carbones mais plus d'insaturations). Un acide gras essentiel peut donc bien se trouver parmi les pics 3 et 4.

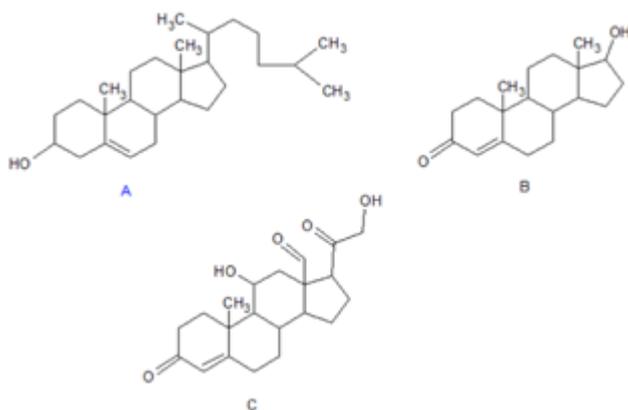
D FAUX L'acide γ -linoléique (18:3) n'est pas représenté sur la figure 1, il s'agit de son isomère, l'acide α -linoléique (18:3).

Rappel : Les insaturations de l'acide γ -linoléique sont présentes sur les carbones 6, 9 et 12 tandis que celles de l'acide α -linoléique sont présentes sur les carbones 9, 12 et 15.

E VRAI Une analyse lipidomique correspond au couplage d'une chromatographie, qui sépare les composés, avec une spectrométrie de masse, qui identifie chaque composé. Cela permet de quantifier de manière précise et exhaustive la composition lipidique d'un mélange.

Question 41 :

Soient les structures suivantes :



- A. Le mévalonate est un précurseur de la molécule A.
- B. L'action de la 5- α -réductase sur la molécule B entraîne la formation d'une molécule 30 fois plus active que la molécule B.
- C. Le 11-deoxycortisol est un précurseur de la molécule C.
- D. La molécule A est un précurseur du squalène.
- E. La synthèse de la molécule C s'effectue dans la zona fasciculata du cortex de la surrénale.

Question 41 : AB

La molécule **A** possède un noyau stérane et sa chaîne latérale est intacte : il s'agit du **cholestérol**.

La molécule **B** ne possède plus de chaîne latérale : il s'agit d'une hormone sexuelle. Le 1er cycle du noyau stérane n'est pas aromatisé, il s'agit donc d'un androgène. Le carbone 3 porte une cétone et le carbone 17 porte un alcool : la molécule B est une molécule de **testostérone**.

La molécule **C** possède une chaîne latérale réduite par rapport à celle du cholestérol, présente un alcool sur le carbone 11 et une cétone sur le carbone 3 et 18 : il s'agit donc de l'**aldostérone**.

A VRAI Le mévalonate forme l'isoprène activé, qui va se condenser avec 5 autres isoprènes activés pour former le squalène. Ce squalène va ensuite subir des étapes de cyclisation pour former le cholestérol. Le mévalonate est donc bien un précurseur du cholestérol.

B VRAI L'action de la 5- α -réductase sur la testostérone entraîne la formation de dihydrotestostérone. La dihydrotestostérone est la forme active d'androgène : elle est 30 fois plus active que la testostérone.

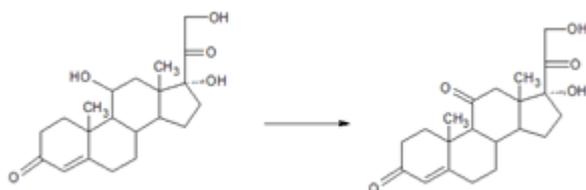
C FAUX Le 11-deoxycortisol est un précurseur du cortisol. L'aldostérone a pour précurseur la deoxycorticostérone (= DOC) : elle sera oxydée sur le carbone 11 pour former l'aldostérone. Attention à ne pas confondre les deux !

D FAUX C'est l'inverse ! Le squalène est un triterpène qui va subir plusieurs étapes de cyclisation pour former le cholestérol, c'est donc un précurseur du cholestérol et non l'inverse.

E FAUX La synthèse de minéralocorticoïdes (et donc d'aldostérone) se fait dans la zona glomerulosa du cortex de la surrénale, et non dans la zona fasciculata.

Question 42 :

La réaction suivante est catalysée par une enzyme :



- A. Cette réaction est catalysée par l'enzyme HSD11B1.
- B. Le substrat de cette réaction est le cortisol.
- C. Le produit a une activité minéralocorticoïde.
- D. Cette réaction a lieu notamment au niveau du rein.
- E. Cette réaction permet l'inactivation de la fonction glucocorticoïde du substrat.

Question 42 : BD

Le substrat de cette réaction présente une fonction cétone sur le carbone 3 et une fonction alcool sur les carbones 11 et 17 : il s'agit du cortisol.

Cette réaction permet la transformation de l'alcool porté par le carbone 11 en cétone. Il s'agit donc de la réaction **d'inactivation du cortisol en cortisone**.

A FAUX Cette réaction est catalysée par l'enzyme HSD11B2 et non par HSD11B1, qui permet elle la réaction inverse de passage de la cortisone vers le cortisol.

B VRAI Le substrat de cette réaction est bien le cortisol.

C FAUX Au contraire, cette réaction permet l'inactivation de l'effet minéralocorticoïde du cortisol pour plus de spécificité aux minéralocorticoïdes. Le produit n'a donc pas d'activité minéralocorticoïde mais il conserve cependant son activité glucocorticoïde.

D VRAI La spécificité aux minéralocorticoïdes est importante au niveau du rein car c'est essentiellement à ce niveau que les minéralocorticoïdes vont agir. Il y a donc une nécessité de désactiver l'activité minéralocorticoïde du cortisol à cet endroit. Pour rappel, les minéralocorticoïdes vont jouer sur la régulation de l'équilibre hydrominéral au niveau du rein et favorisent l'élimination de potassium et la rétention de sodium au niveau rénal.

E FAUX Cette réaction permet l'inactivation de la fonction **minéralo**corticoïde du substrat, et non glucocorticoïde.

Question 43 :

- A. Une chaîne carbonée en configuration trans fait incliner la chaîne de 30° par rapport à l'axe d'origine. C'est d'ailleurs la configuration de la majorité des acides gras insaturés naturels.

- B. Les cérides sont composés de deux chaînes carbonées : l'une venant d'un acide gras et l'autre d'un alcool gras. Elles sont reliées par une liaison ester.
- C. La phosphatidylcholine est aussi appelée lécithine.
- D. Les sphingolipides sont des précurseurs de la céramide.
- E. Si on ajoute des oligosides courts sur la dernière fonction alcool d'une céramide, on obtient un ganglioside.

Question 43 : BC

A FAUX On parle ici de la configuration cis. La configuration trans ne modifie pas l'orientation de la chaîne carbonée et elle est plus rare que la configuration cis chez les AGi naturels.

B VRAI Les cérides sont en effet composés de deux chaînes carbonées venant d'un acide gras et d'un alcool gras reliées par une liaison ester.

Attention à ne pas confondre **eSter** avec **éther** !

C VRAI Il s'agit de son nom d'usage.

D FAUX Attention c'est l'inverse ! Les sphingolipides sont des dérivés de la céramide, cette dernière est donc leur précurseur.

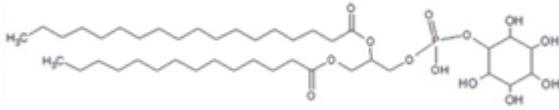
E FAUX On obtient un globoside. Attention à ne pas se mélanger entre les trois glycosphingolipides.

Énoncé commun aux questions 44 et 45 :

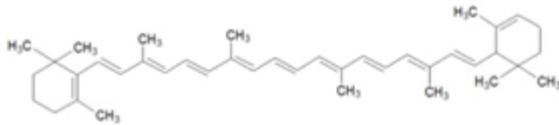
Soient les structures lipidiques suivantes (figure 1) :



1



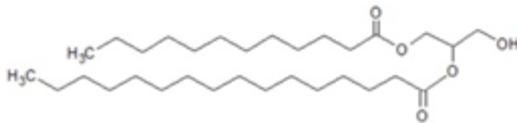
2



3



4



5

Question 44 :

- A. L'action des cyclooxygénases sur le lipide 1 forme des leukotriènes.
- B. Le feuillet interne des membranes est enrichi en lipide 2 et en céphalines.
- C. Le lipide 4 est un acide gras polyinsaturé de la série $\omega 3$ tout comme l'acide arachidonique.
- D. Le lipide 3 est un précurseur de l'acide rétinoïque.
- E. Le lipide 5 migre plus loin en chromatographie sur couche mince que le lipide 4.

Question 44 : **BD**

Le lipide 1 est un acide gras comportant 20 carbones et 4 doubles liaisons en position 5, 8, 11 et 14, il s'agit donc de l'acide arachidonique.

Le lipide 2 est composé d'un glycérol où les 3 fonctions alcools sont engagées dans des liaisons : 2 avec des acides gras et la troisième avec un phosphoinositol. Il s'agit donc d'un phospholipide, et plus précisément d'un phosphatidylinositol.

Le lipide 3 est un tétraterpène cyclisé, il s'agit de l' α -carotène.

Le lipide 4 est un acide gras comportant 18 carbones et 3 doubles liaisons en position 9, 12 et 15, il s'agit donc de l'acide α -linoléique.

Le lipide 5 est composé d'un glycérol où 2 fonctions alcools sont engagées dans des liaisons avec des acides gras : il s'agit d'un diacylglycérol.

Pour résumer :

Lipide 1 = Acide arachidonique

Lipide 2 = Phosphatidylinositol

Lipide 3 = α -carotène

Lipide 4 = Acide α -linoléinique

Lipide 5 = DAG

A FAUX L'action des cyclooxygénases sur l'acide arachidonique forme des **prostaglandines**. Les leukotriènes sont formés par l'action des **lipoxygénases** sur l'acide arachidonique.

B VRAI Le feuillet interne des membranes est bien enrichi en phosphatidylinositols et en céphalines. Céphaline est le nom d'usage de la phosphatidylsérine et de la phosphatidyléthanolamine.

C FAUX L'acide α -linoléinique est bien un acide gras polyinsaturé de la série ω 3 cependant, l'acide arachidonique est de la série ω 6 et non ω 3.

D VRAI L' α -carotène est bien un précurseur de l'acide rétinoïque.

E FAUX En CCM, les lipides migrant le plus loin sont ceux les plus apolaires.

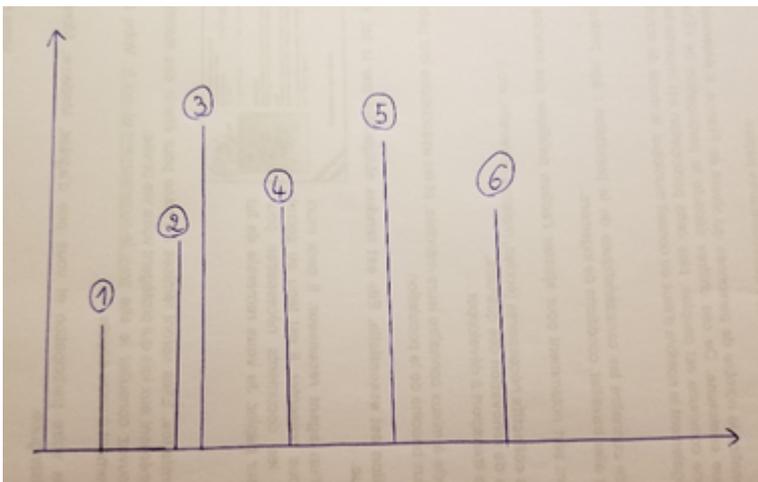
Du plus apolaire au plus polaire :

Esters de cholestérol > TAG > Acides gras libres > Cholestérol > DAG > MAG > Phospholipides

Les AG libres sont plus apolaires que les DAG donc le lipide 4 migrera plus loin en CCM que le lipide 5.

Question 45 :

Soit le profil de chromatographie liquide haute performance (HPLC) de différents acides gras (figure 2) :



Certains pics sont identifiés et correspondent aux acides gras suivants :

2 : acide γ -linoléique

3 : acide arachidonique

4 : acide linoléique

6 : acide stéarique

- A. Si l'acide palmitique est présent, il correspond au pic 1.
- B. L'acide gras 2 est représenté sur la figure 1.
- C. Un acide gras essentiel se trouve parmi les pics 4 et 5.
- D. Sachant que le pic 5 correspond à un acide gras saturé, il pourrait s'agir de l'acide palmitique.
- E. L'acide gras 3 peut être hydroxylé.

Question 45 : CDE

Dans ce type d'exercice, il faut bien faire attention à la méthode avec laquelle on analyse nos lipides : selon si l'on utilise l'HPLC ou la CPG, les résultats seront différents. Ici, on analyse nos lipides en HPLC donc :

Le temps de rétention augmente avec le nombre de carbones mais diminue avec le nombre d'insaturations.

De plus, il faut se rappeler que la diminution du temps de rétention d'une insaturation équivaut à un peu moins de la diminution du temps de rétention de 2 carbones.

Attention, cette règle permet d'approximer le temps de rétention des AGi lorsqu'ils ont peu d'insaturations mais elle n'est pas absolue : toujours vous référer à l'exemple du cours.

Le professeur ne vous donnera pas des AG au temps de rétention trop proche ou trop ambiguë.

Par exemple l'acide arachidonique a un TR plus proche de celui de l'acide myristique (il lui est légèrement supérieur) que de celui de l'acide laurique dans l'exemple du cours car il a de nombreuses insaturations.

La diminution du TR d'une insaturation n'est pas égale à celle de 2 carbones mais à un peu moins de la diminution du TR de 2 carbones. Ainsi, plus on a d'insaturations, plus on s'éloigne du temps de rétention équivalent lorsque l'on utilise cette règle car à chaque insaturation, on ne reste pas tout à fait aussi longtemps que l'AG ayant 2 carbones de moins. Cet écart de TR augmente à chaque nouvelle insaturation.

A FAUX L'acide arachidonique (20:4) a un temps de rétention proche de l'acide myristique (14:0) dans l'exemple du cours. Ainsi, l'acide palmitique (16:0) aura un temps de rétention plus élevé que celui de l'acide arachidonique. Il ne correspond donc pas au pic 1.

B FAUX L'acide γ -linoléique (18:3) n'est pas représenté sur la figure 1, il s'agit de son isomère, l'acide α -linoléique (18:3).

Rappel : Les insaturations de l'acide γ -linoléique sont présentes sur les carbones 6, 9 et 12 tandis que celles de l'acide α -linoléique sont présentes sur les carbones 9, 12 et 15.

C VRAI Les acides gras essentiels sont l'acide linoléique et l'acide α -linoléique. S'il était représenté, l'acide α -linoléique aurait un temps de rétention égal à celui de son isomère l'acide γ -linoléique. Cependant, l'acide linoléique a été identifié comme correspondant au pic 4 donc un acide gras essentiel se trouve bien parmi les pics 4 et 5.

D VRAI Le pic 5 correspond à un acide gras saturé ayant un temps de rétention supérieur à celui de l'acide myristique (14:0) et inférieur à celui de l'acide stéarique (18:0), donc ayant un nombre de carbones compris entre celui de l'acide myristique et celui de l'acide stéarique. Il pourrait donc s'agir de l'acide palmitique (16:0).

E VRAI L'acide gras 3 est l'acide arachidonique, il peut en effet être hydroxylé pour former par exemple des leukotriènes.