



Tutorat Lyon Est

Unité d'Enseignement 2

Banque de QCMs : Lipides

Sujet et correction

NDLR :

- Certains QCM ne comportent pas 5 items car nous avons supprimé les HP
- La dernière sous-partie de cette banque, intitulée « Dossier libre », regroupe les dossiers libres

Les lipides – Classification & Propriétés

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 $\omega 6$, est liquide à température corporelle.
- E. Les triacylglycérols (TAG) sont la forme de stockage principale des acides gras dans l'organisme.

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.

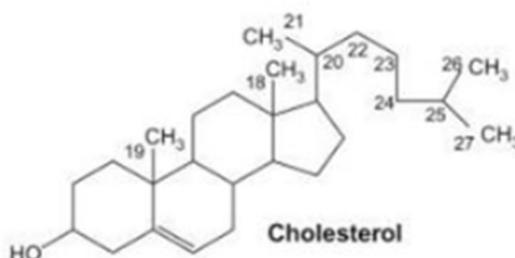
D VRAI. Acide linoléique $\Delta 9, 12, \omega 6$, température de fusion : -5°C .

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 – à propos du cholestérol (pour rester dans le thème) (*) :

- A. Le cholestérol comporte au total 27 carbones.
- B. Le cholestérol possède une fonction hydroxyle sur son carbone 3.
- C. Dans les lipoprotéines, le cholestérol est transporté principalement sous forme d'ester de cholestérol.
- D. Le cholestérol transporté dans les LDL est du « mauvais » cholestérol.
- E. La vitamine D est une vitamine liposoluble.

A VRAI



B VRAI C'est exact.

C VRAI Oui oui.

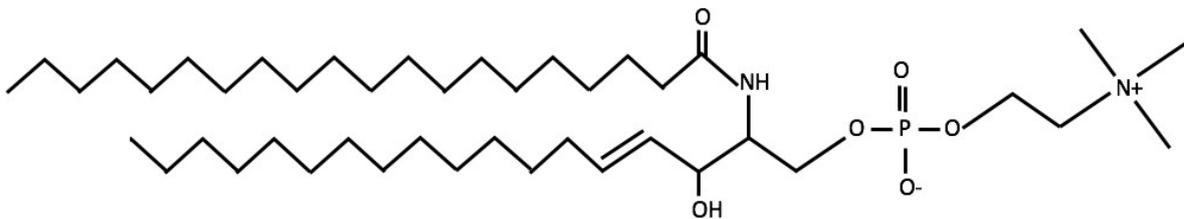
D VRAI À ne pas confondre avec le cholestérol des HDL qui peut être considéré comme du « bon » cholestérol.

Pour rappel, petit moyen mnémotechnique : HDL = « bon cholestérol » car H=Happy → on est happy quand on a du bon cholestérol.

E VRAI Parfaitement.

Question 3 :

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 un constituant essentiel de la gaine de myéline.
- D. Ce lipide contient une liaison amine.
- E. Ce lipide est nommé : icosanoyl-sphingosine-1-phosphocholine ou sphingomyéline.

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

C VRAI Cf réponse E

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.

Question 4 :

- A. L'acide γ -linoléique possède 3 insaturations trans sur sa chaîne carbonée. C'est un isomère de l'acide α -linoléique.
- 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.

A FAUX L'acide γ -linoléique possède 3 insaturations **cis** sur sa chaîne carbonée. C'est bien un isomère de position de l'acide α -linoléique, 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 -linoléique se situent sur les carbones 6, 9 et 12 tandis que celles de l'acide α -linoléique 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 !

Question 5 :

- 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.

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.

Question 6 – Li-pi-pi-des....Hourra !! :

- A. Les lipides représentent plus de la moitié du poids du corps chez les êtres humains.
- B. Les TAG peuvent être plutôt hydrophiles selon les acides gras qui sont liés au glycérol et sont impliqués dans le stockage de l'énergie.

- C. Lorsqu'il fait très ensoleillé, c'est grâce aux lipides que notre peau ne s'assèche pas immédiatement et lorsqu'il fait froid, c'est aussi entre autres grâce aux lipides que notre corps garde une bonne température corporelle.
- D. De nombreuses vitamines sont des composés liposolubles.
- E. Certains lipides sont des messagers du système immunitaire et participent donc à sa régulation.

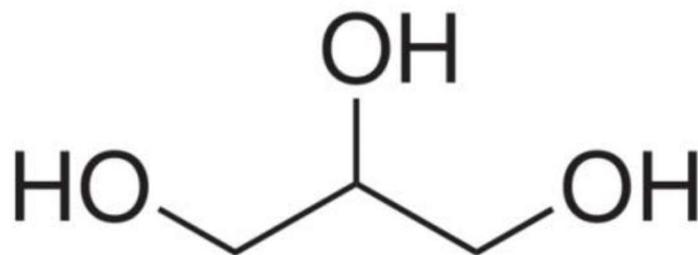
A FAUX 20 % du poids du corps chez les êtres humains (petit aparté : le corps est majoritairement constitué d'eau, l'eau représente en moyenne 60% du poids chez l'adulte).

B FAUX Selon la longueur de sa chaîne carbonée et du nombre de doubles liaisons qu'il possède, un AG peut en effet présenter des variations d'hydrophobicité avec un autre AG. Mais les AG sont de toute manière tous hydrophobes (enfin plutôt amphiphiles comme vous le verrez en biocell notamment), et dans le cas d'un TAG, il y a 3 AG et un glycérol sans plus aucun OH de disponible. Ainsi un TAG est toujours (très) hydrophobe. Les TAG sont par contre bien impliqués dans le stockage d'énergie, et c'est ce qui permet l'hibernation notamment.

Petit rappel sur les TAG au cas où vous ne savez plus ce que c'est :)

Un TAG (**tri**acylglycérol) est un lipide simple (=homolipide) où les 3 fonctions alcools OH du glycérol forment des liaisons ester avec les fonctions carboxyliques respectives de 3 acides gras.

Voici un glycérol : on remarque tout de suite les 3 fonctions alcool OH

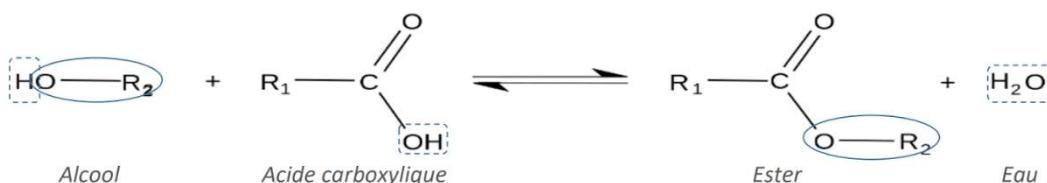


Par ailleurs, un acide gras, tel qu'il soit, comporte une fonction carboxylique COOH.

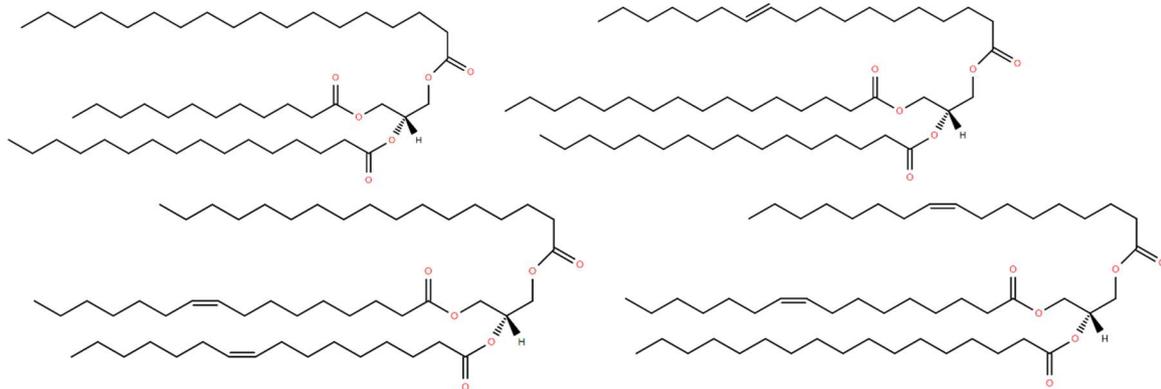
Et comme vous l'avez vu en chimie organique, alcool + acide carboxylique, ça donne un ester.



↳ Réaction facilement réversible par ajout d'acide ou de base.



Un **triacylglycérol** (TAG) correspond donc à un lipide où les 3 COOH des 3 acides gras (peu importe lesquels dans la mesure où ce sont des acides gras) ont été estérifiées au 3 OH du glycérol, comme par exemple ceux qu'on voit ci-dessous



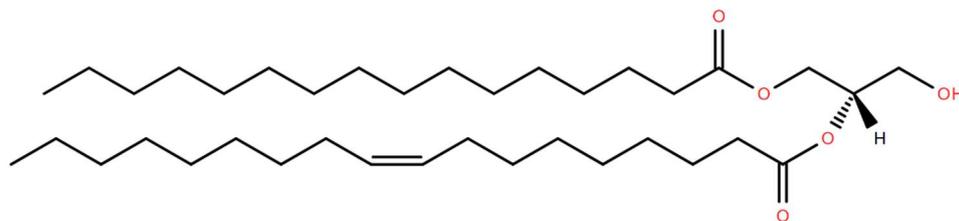
C VRAI Grâce à leur hydrophobicité, les lipides servent à éviter l'évaporation d'eau des cellules de la peau et nous protègent ainsi de la déshydratation ; de la même manière, ils servent également d'isolant thermique.

D VRAI La suite du cours en parlera (hétérolipides).

E VRAI Hé oui! N'oubliez pas cette fonction ! Phrase du cours : « sont impliqués dans la régulation du système immunitaire (utilisés comme messagers). Deux exemples seront abordés dans la suite du cours.

Question 7 – Les lipides :

- A. Les lipides simples, aussi appelés homolipides, ne contiennent que des atomes caractéristiques des composés organiques donc du carbone, de l'hydrogène, de l'oxygène et de l'azote.
- B. Cet homolipide est un cériide.



- C. Cet homolipide est un exemple de cire.



- D. Les lipides ont la caractéristique d'être non soluble dans l'eau ou n'importe quel autre solvant.
- E. La numération diététique des acides gras est aussi appelée numérotation grecque : on compte à partir du dernier carbone (à l'opposé de la fonction carboxylique) en utilisant le symbole ω .

A FAUX Pas l'azote ! Ne pas juste apprendre homolipides = lipides avec CHON !

B FAUX C'est un acylglycérol (actuellement même un diacylglycérol DAG) : on a un alcool (2 ici en l'occurrence) d'un glycérol estérifié avec une fonction carboxylique d'un acide gras (encore une fois, comme c'est un DAG c'est plutôt « estérifiés avec les fonctions carboxyliques respectives de deux acides gras »). Il ne s'agit pas d'un alcool gras et d'un acide gras (deux chaînes carbonées) directement estérifiés comme c'est le cas pour un cériide !

C VRAI Quand on parle de cire, il faut immédiatement penser aux cériides. En effet, toutes les cires sont des cériides. Celui que je vous ai mis en item est probablement le plus connu, c'est le palmitate de cétyle, composant principal de la cire d'huile de cachalot (phrase du cours correspondante : « isolé à partir des spermacetis de cétacés pour former de la cire »).

Rappel par ailleurs concernant les homolipides et leurs estérifications :

-alcool d'un glycérol estérifié avec un AG => acylglycérol

-alcool gras (longue chaîne carbonée avec une fonction alcool OH au bout) estérifié avec un AG => cériide

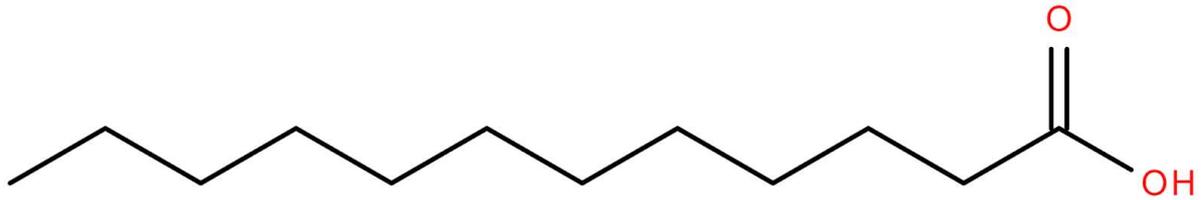
D FAUX Les lipides sont en effet non solubles dans l'eau, mais par contre ils sont solubles dans les solvants organiques qui sont peu ou non polaires tels que l'éther, le chloroforme, l'acétone, le benzène etc... ! Retenez bien aussi que cette hydrophobicité (= non soluble dans l'eau) définit les lipides de manière physico-chimique et non structurale !

E VRAI Il y a aussi une numérotation diététique / grecque où le premier carbone appelé carbone α correspond au carbone de la fonction carboxylique, mais dans ce cas il est alors impossible de nommer les AG avec plus de 24 carbones. En pratique on commence donc souvent par compter par le dernier carbone en signalant avec ω ; c'est ce que vous avez dans votre cours avec les insaturations positionnées en $\omega 3$ ou $\omega 6$ par exemple.

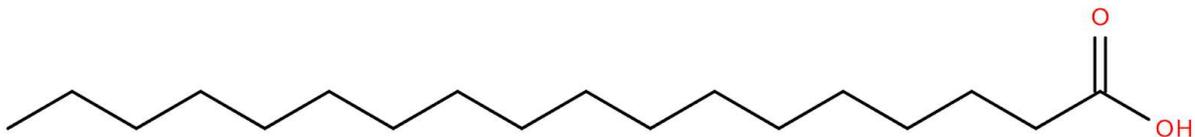
Question 8 – trop cool !!! :

Soient les 5 acides gras ci-dessous

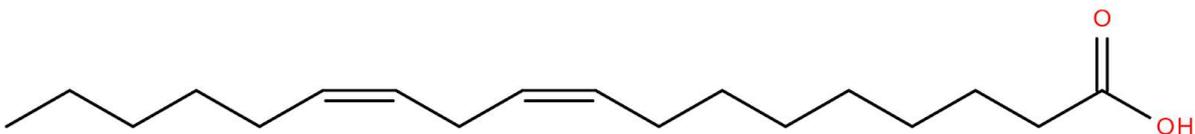
A.



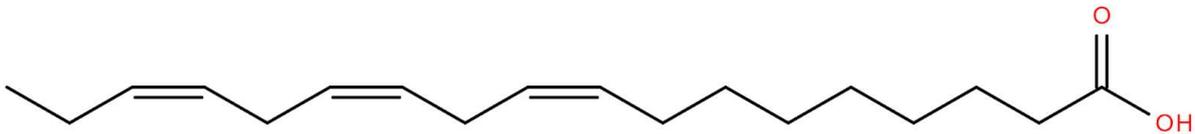
B.



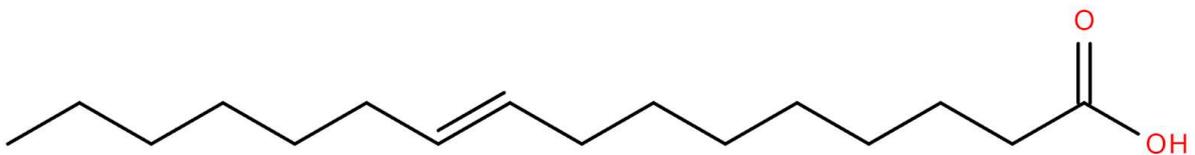
C.



D.



E.



En associant lettre de l'acide gras à l'item, quelles sont les propositions justes ?

- A. Acide laurique, identifié pour la première fois dans du laurier.
- B. Acide stérique, a pour origine le suif.
- C. Acide linoléique, qui se retrouve dans l'huile d'olive et les graines.
- D. Acide α -Linoléique, acide gras essentiel, que l'on peut trouver dans les huiles de poissons mais aussi dans les graines.
- E. Forme intermédiaire (produite par hydrogénation) de l'acide palmitoléique.

Pour la nomenclature, comptez le nombre x de carbones et le nombre y d'insaturations pour arriver à l'écriture $(x:y)$, et ainsi en déduire le nom de l'acide gras à partir de vos connaissances. Faites attention aux types d'insaturations (cis ou trans) et si un item fait

allusion à leur(s) emplacement(s), repérez le Δ (carbone 1 = celui du COOH) / ω (carbone 1 = celui à l'extrémité opposé du COOH) des insaturations.

A VRAI On compte 12 carbones et 0 insaturation, c'est un (12:0), donc un acide laurique, qui a bien pour origine le laurier. « Le nom commun que l'on donne aux AG a pour origine l'extrait dans lequel a été identifié l'acide gras la première fois. »(p136 de votre poly)

B FAUX ATTENTION À BIEN REGARDER TOUTES LES LETTRES! Hé non ce n'est pas une erreur de frappe de ma part! Le (18:0) est un acide stéarique et non stérique (comme dans "encombrement stérique"). L'origine de l'acide stéarique est cependant la bonne.

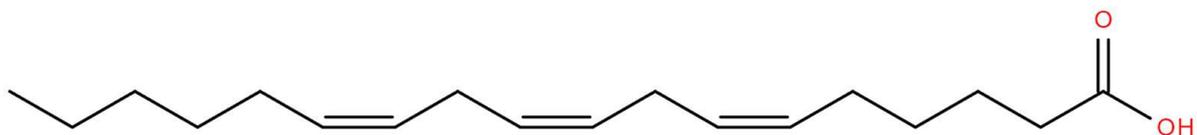
C FAUX Ici on a un (18:2) qui est bien un acide linoléique. Cependant ATTENTION ! Piège pas gentil je vous l'accorde, c'est l'huile de lin et les graines! (Linoléique => **lin** / oléique => **olive**)

D FAUX Quand je parlais des items qui font allusion aux emplacements des insaturations, en voici un !

Pour savoir quand un (18:3) acide linoléique est alpha ou gamma, personnellement je compte les insaturations en oméga, c'est-à-dire en partant de l'extrémité opposée au COOH. On aura alors soit un ω_3 , soit un ω_6 . Quand on compte d'habitude 123456, on compte **3 avant 6**, tout comme on dit **alpha avant gamma** quand on récite l'alphabet grec (enfin du moins qu'on sait qu'alpha est toujours avant le reste, je connais pas du tout l'alphabet grec).

Donc ω_3 => Acide α -Linoléique et ω_6 => Acide γ -Linoléique

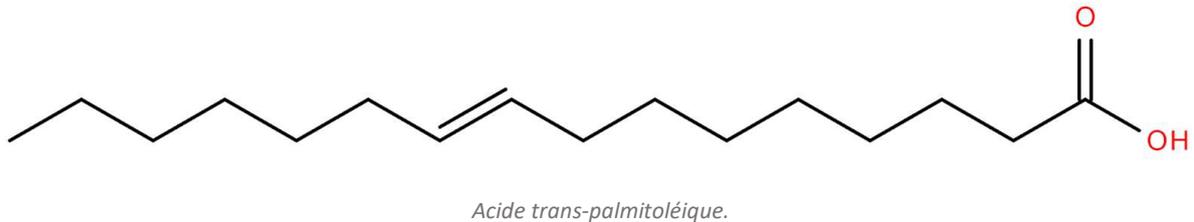
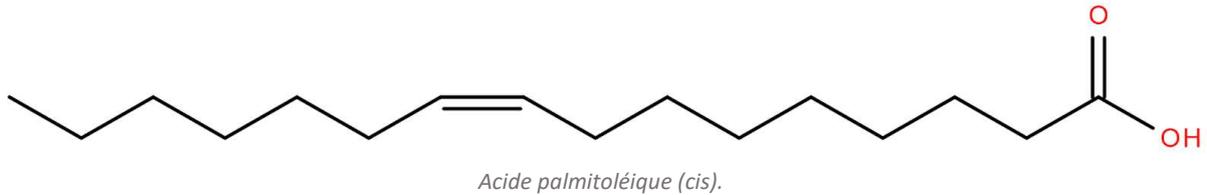
Ici, on a un ω_3 (je vous mets ci-dessous un ω_6 donc un acide γ -Linoléique pour que vous voyez la différence), donc un acide α -Linoléique, qui est bien un acide gras essentiel (= non synthétisables par le métabolisme humain) avec l'acide linoléique (18:2).



MAIS PAR CONTRE, l'item est bien FAUX parce que...(quelques secondes pour vous laisser remonter voir l'item et trouver l'erreur) comme dit à l'item précédent, il faut être TRÈS VIGILANT avec la présence du n ou non !!! Ici l'item était "Acide α -Linoléique" et non Acide α -Linoléique! On le retrouve par contre bien dans l'huile de poisson et les graines (graines dans lesquelles on trouve aussi de l'acide linoléique).

E VRAI 1ère chose à remarquer avant même de compter vos carbones et vos insaturations : il y a une insaturation TRANS! Dans le cours, tous les AGI sont des AGI cis (retenez le bien!!!).

Pour être plus claire : En réalité, trans ou cis sont des formes d'un même acide gras. Lorsqu'il y a hydrogénation (=le processus au cours duquel les doubles liaisons sont rompues en présence de dihydrogène et d'un catalyseur (Nikel ou Platine), pour former des liaisons saturées. Cf p155 de votre poly) mais partielle, il y a saturation incomplète, donc génération d'acides gras insaturés trans, qui sont des formes intermédiaires des cis. Donc au fond, les deux acides gras insaturés ci-dessous sont tous les deux des acides palmitoléiques (16:1).

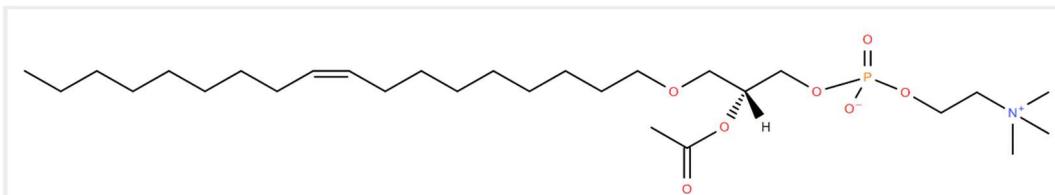


Seulement, la configuration cis est la plus abondante à l'état naturel, c'est pourquoi lorsque l'on écrit que "acide palmitoléique" sans précision "cis" ou "trans", ce sera toujours un cis-9-hexadécénoïque. (Vous pouvez faire l'expérience sur le net ou sur Lipid maps, quand vous tapez juste "acide palmitoléique", vous ne tomberez que sur des cis, il faut que vous précisiez trans pour avoir les trans.) Dans les exercices, le "trans" sera toujours précisé si c'était le cas. Donc ici si je n'avais pas écrit "forme intermédiaire" l'item serait faux attention !

Question 9 – Hétérolipides :

Quelles sont la ou les bonnes réponses :

- A. La lécithine (=phosphatidylsérine) est un glycérophospholipide retrouvé de partout et possède des propriétés émulsifiantes qui sont retrouvées lorsque l'on fait de la mayonnaise par exemple.
- B. Un glycosphingolipide avec ajout d'oligosides courts sur la dernière fonction alcool de la céramide est un globoside.
- C. Ceci est un facteur d'activation plaquettaire. Il appartient aux plasminogènes qui représentent environ 1/4 des glycérophospholipides du cerveau.



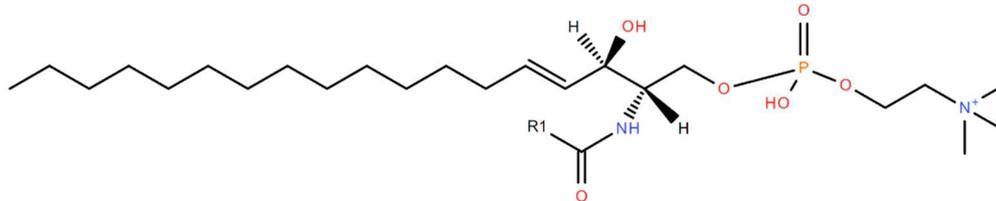
- D. Les prostaglandines (obtenues suite à l'action des cyclooxygénases) et leukotriènes (après action des lipoxygénases) sont des icosanoïdes, dérivés de l'acide arachidonique. Ils ont pour rôle biologique d'être des médiateurs cellulaires de la réponse inflammatoire.
- E. On trouve parmi les corps à chaîne isoprénique la vitamine K (phylloquinone), la vitamine E (α-tocophérol) et la vitamine A.

A FAUX Piège pas sympa je vous l'accorde, mais il faut bien penser à lire TOUS LES MOTS de l'item, y compris ceux entre parenthèses. La lécithine est le nom d'usage de la phosphatidylcholine et non phosphatidylsérine !

B VRAI Je n'ai pas grand-chose à rajouter. Pour rappel, les glycosphingolipides sont obtenus par ajout d'un ou plusieurs glucides sur la dernière fonction alcool d'une céramide.

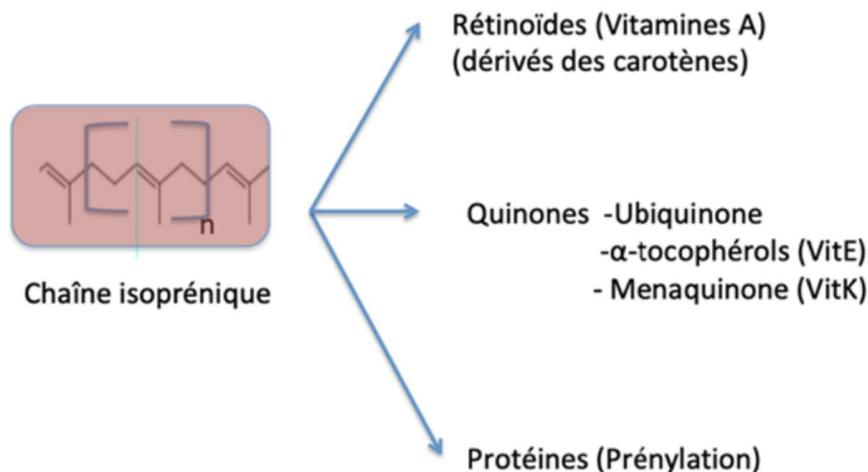
S'il s'agit d'ajout d'un glucose simple comme le glucose ou le galactose alors ce sont des cérébrosides; si ajout d'oligosides courts ce sont des globosides ; si ajout d'enchaînements glycosidiques ramifiés (plus complexes) ce sont des gangliosides.

C VRAI Tout est vrai. Il s'agit du PAF (Platelet-Activating Factor), un éther-phospholipide, constitué d'un glycerol lié à un alkyl, à un acetyl et à une phosphocholine. FAITES ATTENTION cependant à bien le différencier de la sphingomyéline (qui est un sphingophospholipide) que je vous mets ci-dessous :



D VRAI Item long où aucun piège pour une fois ! Les icosano ides ne sont ni des AG, ni des esters d'AG, et sont classés dans les molécules lipophiles.

E VRAI Le poly n'est pas très clair sur cette partie : On parle de corps à chaine isoprénique lorsqu'un groupement fonctionnel est ajouté sur la chaine terpénique. Ainsi, la vitamine A qui dérive des carotènes (t traterp nes) est aussi un corps à chaine isoprénique. Je vous remets la diapo du cours.



Les corps à chaine isoprénique.

Question 10 – Le cholestérol :

Parmi les propositions suivantes, la ou lesquelles sont exactes :

- A. Il est surtout présent sous forme de stérides dans le foie.
- B. En pathologie, il peut être la cause d'athérosclérose.
- C. Les besoins journaliers en cholestérol sont d'environ 5 g/jour.
- D. Le cholestérol peut provenir de deux sources différentes : exogène (alimentation), et endogène (synthèse pancréatique).
- E. Une des étapes de la biosynthèse du cholestérol implique le squalène : une molécule à 30 carbones.

A VRAI Le cholestérol est surtout sous forme de stéride (=estérifié). Il est présent dans la plupart des tissus des vertébrés, mais majoritairement dans le foie.

B VRAI Le cholestérol va notamment s'accumuler dans la paroi des coronaires (=athérosclérose), ce qui peut causer des infarctus.

C FAUX Les besoins journaliers sont de 1 à 1,5 g/jour.

D FAUX La source endogène du cholestérol est par synthèse cellulaire hépatique (et minoritairement intestinale). Pour rappel, l'absorption du cholestérol est variable, et est d'environ 50%.

E VRAI Pour rappel, le squalène est un triterpène (= 3 fois 10 carbones).

Question 11 – Lipides :

Parmi les propositions suivantes, là ou lesquelles sont exactes :

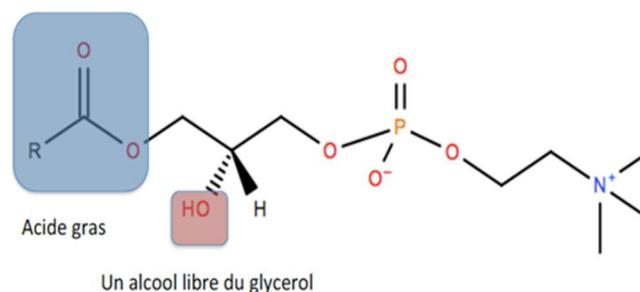
- A. Les vitamines liposolubles sont les vitamines A,D,E et K.
- B. Les lipides sont uniquement d'origine exogène.
- C. Suite à l'action d'une phospholipase C sur un phospholipide, on obtient entre autres un lysoglycérophospholipide.
- D. Le cholestérol est plus apolaire qu'un acide gras libre.
- E. Les radeaux lipidiques (raft) sont des domaines de la bicouche membranaire riches en cholestérol et sphingolipides.

A VRAI Rappel :

- Vitamines liposolubles à chaîne isoprénique :
 - Vitamine A : dérivée des carotènes, synthèse des pigments des yeux ;
 - Vitamine K : co-facteur des réactions de la coagulation ;
 - Vitamine E : gestion du stress oxydant.
- Dérivés du cholestérol :
 - Vitamine D : régulation du taux de calcium, importante pour les os.

B FAUX Le foie synthétise des lipides (voie endogène) aussi !

C FAUX Pour rappel, les lysoglycérophospholipides (dont je vous ai mis un exemple ci-dessous) sont des glycérophospholipides où un seul alcool du glycérol est engagé dans une liaison ester avec un radical acyl : un acide phosphatidique avec un seul radical acyl. Le glycérol a une fonction OH libre.



Lysoglycérophospholipide.

La phospholipase C hydrolyse la liaison phosphoester entre le glycérol et le phosphate. Ainsi, même s'il n'y avait qu'un seul AG estérifié sur le glycérol (cas particulier), on aurait obtenu un MAG et non un lyséoglycérophospholipide.

D FAUX Sur une CCM, du plus apolaire (celui qui migre le plus loin, avec un Rf le plus proche de 1) au moins apolaire, on a :

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

Si ce n'était pas « cholestérol » mais « ester de cholestérol » l'item aurait été vrai.

E VRAI Ils sont plus rigides que les domaines à phospholipides fluides.

Les lipides – Propriétés physico-chimiques

Question 1 – c'est vraiment :

- A. Lorsque l'on atteint la concentration micellaire critique, les acides gras adoptent leur conformation la plus stable en matière de thermodynamique en se regroupant en micelles.
- B. L'analyse lipidique s'effectue en couplant une chromatographie à une spectrométrie de masse. La chromatographie identifie chaque composé tandis que la spectrométrie sépare les composés.
- C. L'huile de tournesol est à l'état liquide à température ambiante. On peut en émettre l'hypothèse qu'elle est majoritairement composée d'acides gras insaturés.
- D. L'indice d'iode permet de quantifier l'insaturation d'un corps gras.
- E. En CCM, chaque composé est caractérisé par son rapport frontal, soit le rapport entre la distance parcourue par le lipide et celle parcourue par le solvant. Ainsi, les plus polaires migreront le plus loin, avec un Rf proche de 1.

A VRAI Cette conformation permet de minimiser les interactions entre les chaînes carbonées et l'eau. Les têtes hydrophiles restent à l'extérieur de la « boule » ainsi formée tandis que les queues hydrophobes « s'abritent » à l'intérieur.

B FAUX Les analyses lipidiques permettent de quantifier de manière précise et exhaustive la composition lipidique d'un mélange. Elles utilisent en effet et la chromatographie et la spectrométrie de masse. Cependant, c'est la chromatographie qui va séparer les composés et la spectrométrie de masse qui va identifier de manière concrète chacun de ces composés. Cette analyse a émergé en 2010 et permet la comparaison de la composition lipidique chez un individu sain (ou sous traitement) avec un individu malade.

C VRAI Il faut penser à la température de fusion (passage de l'état solide à l'état liquide) des lipides. Celle-ci augmente avec le nombre de carbones, et diminue avec le nombre d'insaturations. Plus un lipide a une température de fusion **élevée**, plus il a tendance à être à l'état **solide** à température ambiante. Inversement, Plus un lipide a une température de fusion **faible**, plus il a tendance à être à l'état **liquide** à température ambiante. Ainsi, l'huile de tournesol, composée de 88% (ce chiffre n'est pas à apprendre) d'AGI a une température de fusion plutôt faible ce qui explique pourquoi il est à l'état liquide à température ambiante. Avec le même raisonnement, on peut comprendre pourquoi le beurre, constitué de 63% d'AGS, est solide à température ambiante.

D VRAI L'indice d'iode correspond à la masse de diiode (I_2) en cg capable de se fixer sur les insaturations d'1g de corps gras.

E FAUX Tout est vrai, sauf que le solvant est organique, donc les lipides hydrophobes y sont solubles ! Ainsi, ce sont les composés les plus apolaires qui migreront le plus loin (donc le plus emporté par le solvant) et qui auront un Rf proche de 1.

Pour rappel : Dans une CCM, notre phase stationnaire, qui « retient » donc les composés, correspond à une plaque de silice (la fameuse « couche mince » dans Chromatographie sur couche mince) qui est polaire, tandis que notre phase mobile, qui « emmène » donc les composés, correspond au solvant organique apolaire dans lequel on plonge la plaque de silice.

Question 2 :

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.

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 3 :

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 :

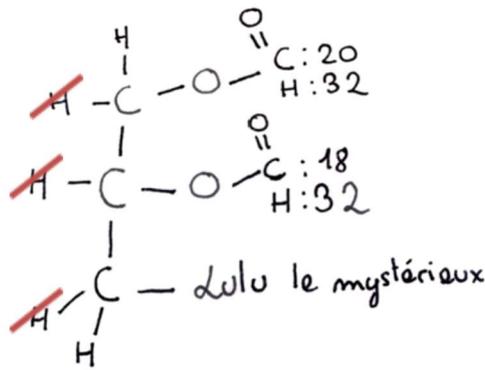
H : 1 g.mol⁻¹ ; O : 16 g.mol⁻¹ ; C : 12 g.mol⁻¹ ; K : 39 g.mol⁻¹

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

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

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

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.

On a donc : $M_{\text{ester}} = (M_{\text{KOH}} \times 1000) / I_s$

$$= (56 \times 3 \times 1000) / 197$$

$$= 168000 / 197$$

$$= 853$$

(Ici on a fait 56×3 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 :

$$M(\text{lululemystérieux}) = M_{\text{ester}} - M_{\text{glycérol}} - M(\text{arachidonique}) - M(\text{linoléique})$$

$$= 853 - (3 \times 12 + 2) - (20 \times 12 + 16 \times 2 + 32) - (18 \times 12 + 16 \times 2 + 32)$$

$$= 853 - 38 - 304 - 280$$

$$= 231$$

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 : $C_n H_{(2n)} O_2$

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

$$199 = 14n \quad n = 199/14$$

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

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 Lait de chèvre
	6	n-hexanoïque	6:0	Caproïque	
	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 Cires des plantes, bactéries, insectes
	24	n-tétracosanoïque	24:0	Lignocérique	
	26	n-hexacosanoïque	26:0	Cérotique	
	28	n-octacosanoïque	28:0	Montanique	
	30	n-triacontanoïque	30:0	Méissique	
	32	n-dotriacontanoïque	32:0	Lacéroïque	

Question 4 :

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.

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 :

$I_i = (X \times M_{i_2} \times 100) / M_{\text{matière grasse}}$ où X 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 5 :

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.

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

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 :

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

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

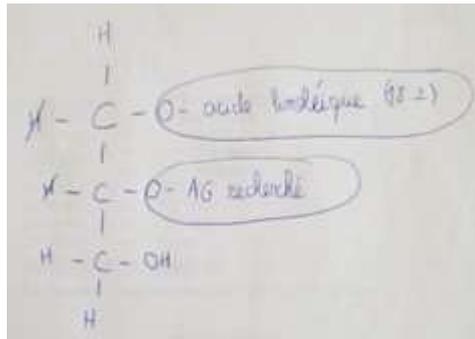
On connaît M(DAG), il faut maintenant calculer M(acide linoléique) grâce à la formule :

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

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 $M(\text{acide inconnu})$:

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

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 :

$$200 = 14n + 32$$

$$168 = 14n$$

$$n = 168/14 = 12 \rightarrow \text{L'acide gras recherché a 12 atomes de carbone.}$$

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 6 :

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 g.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.

Pour résoudre cet exercice, la formule à retenir est celle qui inclut l'indice d'iode : $X_{tot} = (I_i \cdot 10^{-2} \cdot M(\text{TAG})) / M(\text{I}_2)$

Avec X_{tot} le nombre total d'insaturations, I_i l'indice d'iode et $M(\text{I}_2)$ la masse molaire du diiode.

On multiplie I_i par 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).

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

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 7 :

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.

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 = 190 comme indiqué dans l'énoncé.

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

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 :

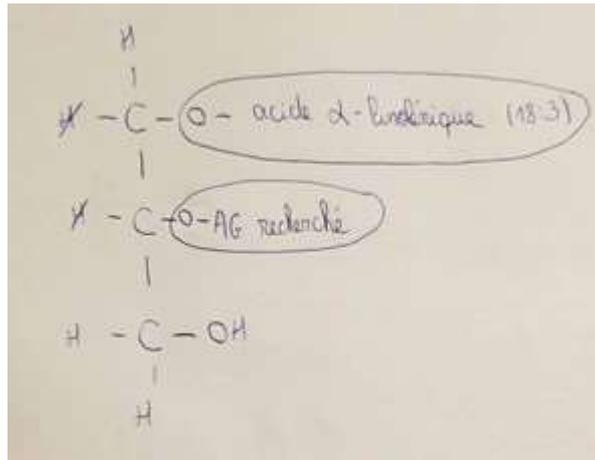
$M(\text{acide inconnu}) = M(\text{DAG}) - M(\text{glycérol}) - M(\text{acide } \alpha\text{-linoléinique})$

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 :



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

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

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.

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

$$255 = 14n + 32$$

$$223 = 14n$$

$$n = 223/14 \approx 15,9 \rightarrow \text{L'acide gras recherché a 16 atomes de carbone.}$$

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 8 :

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 g.mol⁻¹.

- 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.

Pour résoudre cet exercice, la formule à retenir est celle qui inclut l'indice d'iode : $X_{tot} = (I_i \cdot 10^{-2} \cdot M(\text{TAG})) / M(\text{II})$

Avec X_{tot} le nombre total d'insaturations, I_i l'indice d'iode et $M(\text{II})$ 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).

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

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

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 9 – Indice de saponification :

Nous disposons d'un TAG d'indice de saponification égal à 190. Nous connaissons deux des trois AGs estérifiés : l'acide linoléique et l'acide palmitoléique. 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

- A. Acide laurique
- B. Acide myristique
- C. Acide palmitique
- D. Acide stérique
- E. Acide arachidique

Tout d'abord il faut calculer la masse molaire totale du TAG, que nous noterons M(TAG).

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

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

On a donc :

$M(\text{KOH}) = 39 + 16 + 1 = 56 \text{ g/mol}$;

$x = 3$, vu qu'on a un TAG qui est ainsi estérifié trois fois ;

$I_s = 190$ comme indiqué dans l'énoncé.

En reprenant la formule on obtient alors :

$M(\text{TAG}) = (56 \times 3 \times 10^3) / 190 = (168 / 190) \times 10^3 \approx 0,884 \times 10^3 = 884 \text{ g/mol}$

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 :

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

Donc :

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

On connaît M(TAG), il faut maintenant calculer M(acide palmitoléique) et M(acide linoléique) grâce à la formule du cours:

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

Avec n le nombre de carbones, et X le nombre d'insaturations de l'acide gras insaturé correspondant.

Donc :

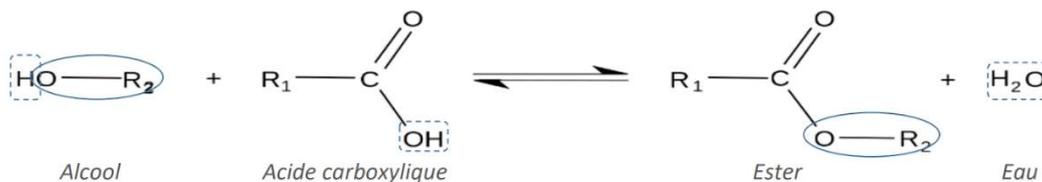
$M(\text{acide palmitoléique}) = 12 \times 16 + (2 \times 16 - 2 \times 1) + 32 = 254 \text{ g/mol}$, avec n=16 et X=1

$M(\text{acide linoléique}) = 12 \times 18 + (2 \times 18 - 2 \times 3) + 32 = 278 \text{ g/mol}$, avec $n=18$ et $X=3$

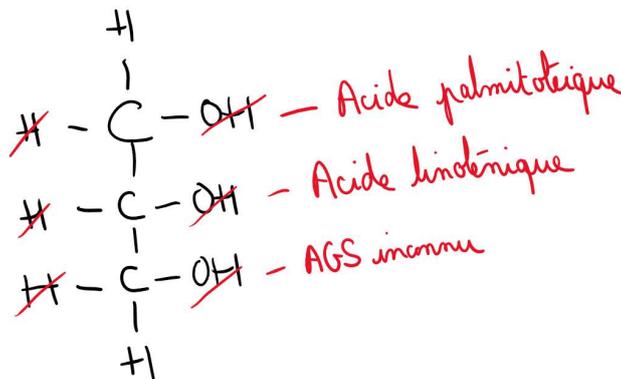
Enfin on doit calculer la masse molaire de matière grasse restante, ici celle du glycérol. Je vous remets la réaction d'estérification du cours de chimie organique pour que vous comprenez pourquoi on ne prend pas en compte les OH et H avec les 3 estérifications.



↳ Réaction facilement réversible par ajout d'acide ou de base.



Réaction d'estérification.



Glycérol d'un TAG.

On a un TAG, donc 3 estérifications, donc 3 H_2O d'éliminées dans la réaction qui ne sont ainsi pas comptées dans la masse molaire du glycérol de notre TAG.

$$M(\text{glycérol}) = M(\text{C}) \times 3 + M(\text{H}) \times 2 = 3 \times 12 + 2 = 38 \text{ g/mol}$$

On peut à présent calculer $M(\text{acide inconnu})$:

$$\begin{aligned} M(\text{acide inconnu}) &= M(\text{TAG}) - M(\text{glycérol}) - M(\text{acide linoléique}) - M(\text{acide palmitoléique}) \\ &= 884 - 38 - 278 - 254 \\ &= 314 \text{ g/mol} \end{aligned}$$

Il nous reste plus qu'à déterminer le nombre de carbones que possède notre acide gras inconnu. Pour cela, on connaît la formule :

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

Notre acide gras inconnu est un AGS. Par équivalence, on a :

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

$$\Leftrightarrow 314 = 12n + 2n + 32$$

$$\Leftrightarrow 282 = 14n$$

$$\Leftrightarrow n = 282/14 \approx 20$$

Ainsi, l'acide gras recherché a 20 carbones et est saturé, il s'agit donc de l'acide gras (20:0), c'est à dire l'acide arachidique.

A FAUX

B FAUX

C FAUX

D FAUX

E VRAI

Les lipides – Techniques d'analyse

Question 1 – CPG :

Vous analysez en chromatographie en phase gazeuse différents lipides qui sont les suivants :

- l'acide palmitique, et un acide gras X avec le même nombre de carbones et une insaturation cis en $\Delta 9$
 - l'acide stéarique, et un acide gras Y avec le même nombre de carbones et une insaturation cis en $\Delta 9$
- A. L'acide gras X est l'acide palmitoléique et a le temps de rétention supérieur à l'acide palmitique.
- B. L'acide gras Y est l'acide linoléique et a le temps de rétention le plus long.
- C. L'acide gras Y n'est pas un acide gras essentiel.
- D. L'acide palmitique a le temps de rétention le plus court, donc il aura le pic le plus court
- E. L'acide stéarique a un temps de rétention compris entre X et Y.

Pour ce type d'exercice, il faut commencer par associer chaque pic un son acide gras. Si l'on ne vous donne pas les résultats de l'analyse comme ici, c'est à vous de le dessiner sur votre brouillon.

Ici l'énoncé nous dit qu'on analyse en CPG 4 lipides :

- l'acide palmitique, et un acide gras X monoinsaturé en $\Delta 9$ avec le même nombre de carbones
- l'acide stéarique, et un acide gras Y monoinsaturé en $\Delta 9$ avec le même nombre de carbones

On sait grâce au cours que l'acide palmitique noté (16:0) a 16 carbones et 0 insaturation. Avec la position de l'insaturation donnée $\Delta 9$, c'est à dire un $\omega 7$ ($16-9=7$), on en déduit alors que X, que l'on peut noter (16:1), correspond à l'acide palmitoléique.

On sait également que l'acide stéarique noté (18:0) a 18 carbones et 0 insaturation. Ainsi, Y est noté (18:1) et a une insaturation en $\Delta 9$, c'est donc un $\omega 9$ ($18-9=9$), ce qui correspond à l'acide oléique.

On analyse donc les 4 lipides suivants :

- Acide palmitique (16:0)
- Acide palmitoléique (16:1)
- Acide stéarique (18:0)
- Acide oléique (18:1)

On doit se rappeler à présent de la technique d'analyse utilisée, ici une CPG. En CPG, le temps de rétention augmente avec le nombre de carbones et le nombre d'insaturations. Afin de pouvoir comparer les acides gras saturés des non saturés, je fais personnellement une espèce de conversion (conversion sur papier hein !) des insaturations en carbones, en considérant qu'une insaturation équivaut à un peu moins de 2 carbones.

On a alors :

- Acide palmitoléique (16:1) qui "devient" (et je rappelle que c'est **UNIQUEMENT** pour la résolution de notre exercice que je fais ça, l'acide palmitoléique est et sera toujours un (16:1), qu'on soit bien d'accord) un (18-:0)
 - Plus en détails : J'ai "converti" l'insaturation en un peu moins de 2 carbones. Donc 16+2 ça fait 18, et comme c'est un peu moins de 2 carbones, je note (18-:0) pour pouvoir le comparer avec un vrai (18:0)
- Acide oléique (18:1) qui "devient" un (20-:0)
- Acide stéarique (18:0), pas de saturation de base, donc pas de "conversion" à faire
- Acide palmitique (16:0), même chose, pas de saturation de base, donc pas de "conversion" à faire

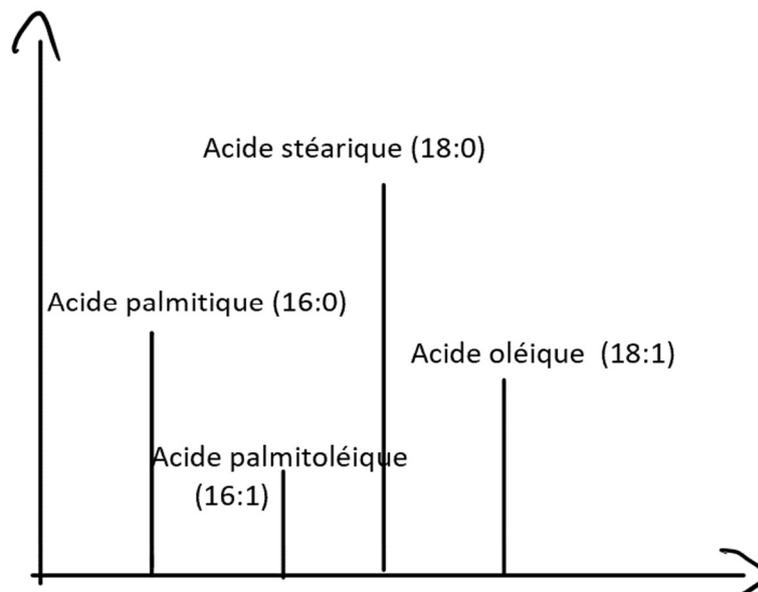
On obtient donc par ordre croissant du nombre de carbones :

(16:0) < (18-:0) < (18:0) < (20-:0)

Ce qui revient à dire (on reprend les vrais notations des lipides)

(16:0) < (16:1) < (18:0) < (18:1)

Donc on peut tracer le graphique suivant :



Résultats de la CPG.

A VRAI Explications détaillées ci-dessus.

B FAUX Acide oléique !

C VRAI L'acide oléique n'est en effet pas un acide gras essentiel.

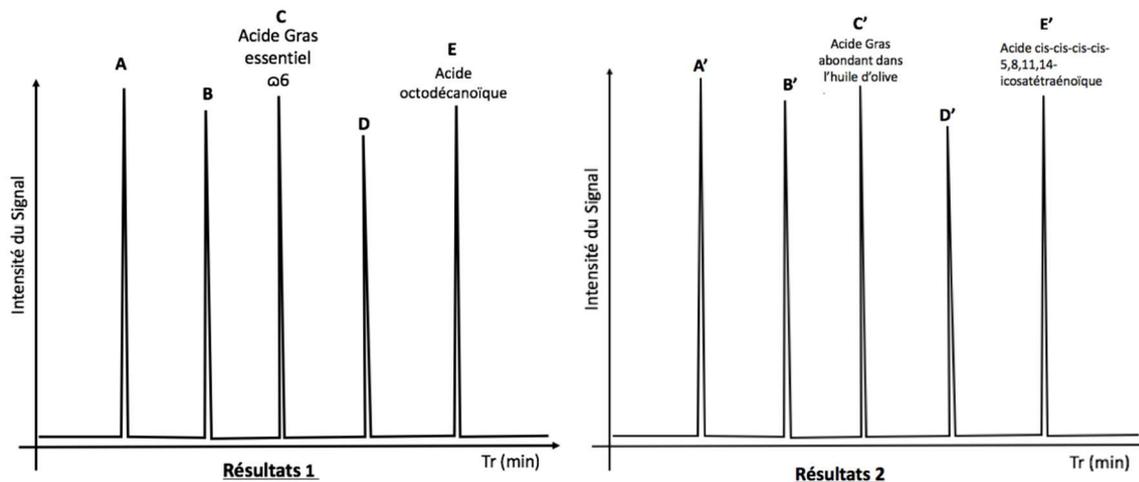
D FAUX La hauteur des pics n'a rien à voir avec le temps de rétention que l'on regarde sur l'axe des abscisses.

E VRAI Explications détaillées.

Question 2 :

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 :



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.

Le résultat 1 est celui d'une HPLC

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

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.

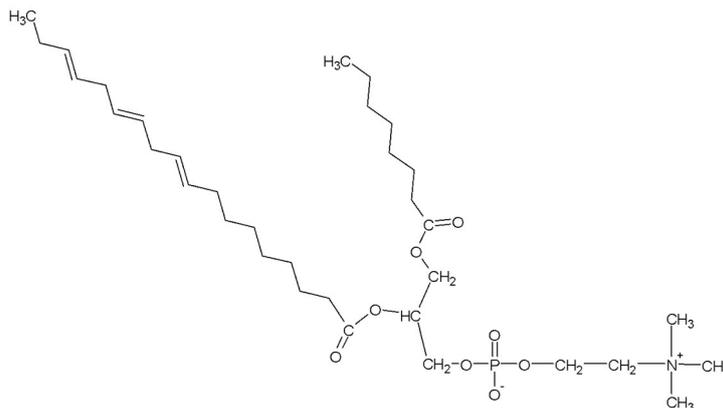
Pour comparer les AG en HPLC, on considère parfois qu'une insaturation correspond à un peu moins de 2 carbones... De ce fait l'acide arachidonique 20:4 ($20 - 4 \times 2 = 12$), l'acide laurique (12:0) et l'acide linoléique (18-3x2=12) se valent. Mais sur le schéma du cours, il est bien indiqué que le 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.

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 3 :

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.

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.

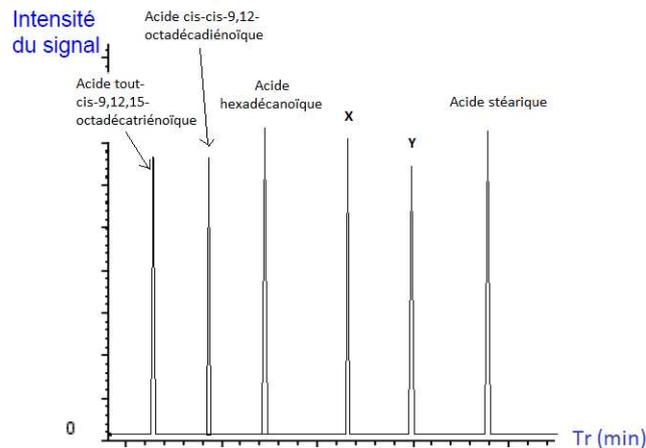
C FAUX Son nombre de carbone est de 18, donc supérieur à 6, qui est la limite supérieure de solubilité. Au dessus de 8 carbones, le lipide est insoluble.

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 4 : (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.

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.

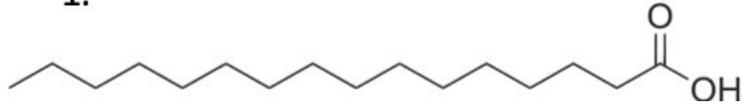
D FAUX: L'acide palmitoléique possède une insaturation (16:1). Il a donc un Tr plus faible que l'acide palmitique 16:0. Or X possède un Tr plus grand que l'acide palmitique, X ne peut pas être un l'acide palmitoléique.

Question 5 :

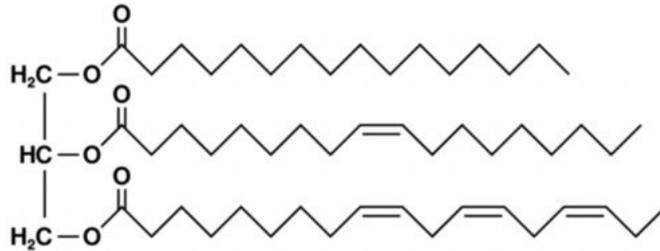
Une HPLC est réalisée à partir des acides gras suivants :

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

1.



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.

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

A : l'acide trans-9-octadécenoïque = (18 : 1) de configuration trans.

B : l'acide myristique = (14 : 0)

C : l'acide palmitoléïque = (16 : 1)

D : Le lipide 1 = (16 : 0)

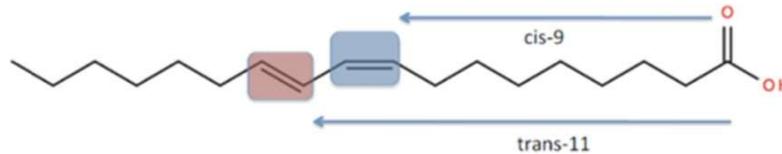
E : L'acide gras libéré par l'action d'une lipase intestinale sur le lipide 2 = (18 : 1) de configuration cis d'après le schéma. En effet une lipase intestinale libère l'acide gras estérifié sur le deuxième carbone.

Au niveau du site actif :

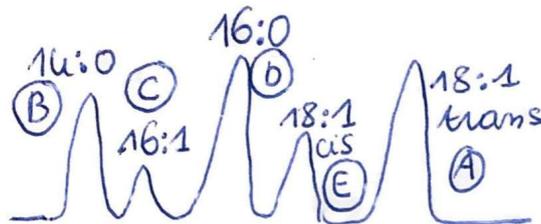
Les lipases *gastriques* et *pancréatiques* hydrolysent les TAG en position 1 et 3 ;

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

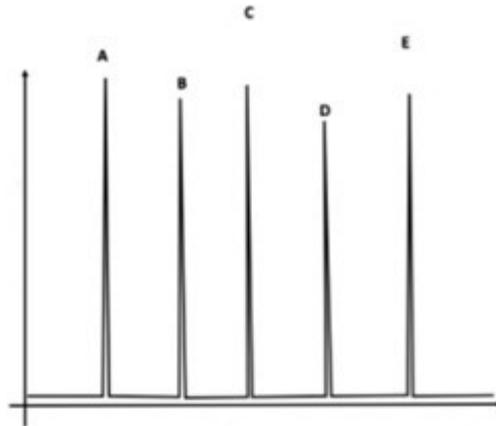
C VRAI

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 6 :

Soit le profil de HPLC de différents acides gras :



Les acides gras utilisés lors de cette HPLC sont l'acide α -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.

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)

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) -> 1er pic. Ensuite, le 2ème temps de rétention le plus court est celui de l'acide α -linoléique (18:3) -> 2ème 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 α -linoléique 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 -linoléique.

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.

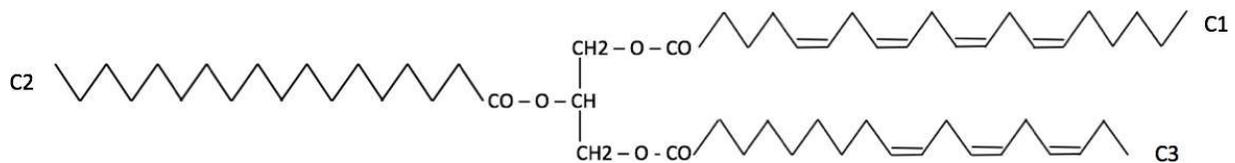
D VRAI Il s'agit de l'acide stéarique (18:0), qui est bien un acide gras saturé (=n'ayant aucune double liaisons C-C) ayant pour origine le suif.

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.

Les lipides – Métabolisme et Rôle biologique

Question 1 :

On considère le lipide suivant :



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 10 signale un risque accru de maladies cardiovasculaires.

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 ». 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)

Cholestéryl stéarate = ester de cholestérol

Oléoyl-sphingosine-1-phosphocholine = sphingophospholipide

Question 2 :

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.

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 présents 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 3 :

- A. L'acide arachidonique est précurseur des prostaglandines par la voie des lipoxgénases.
- B. L'action de la phospholipase D sur la lécithine libre 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.

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 4 :

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.

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.

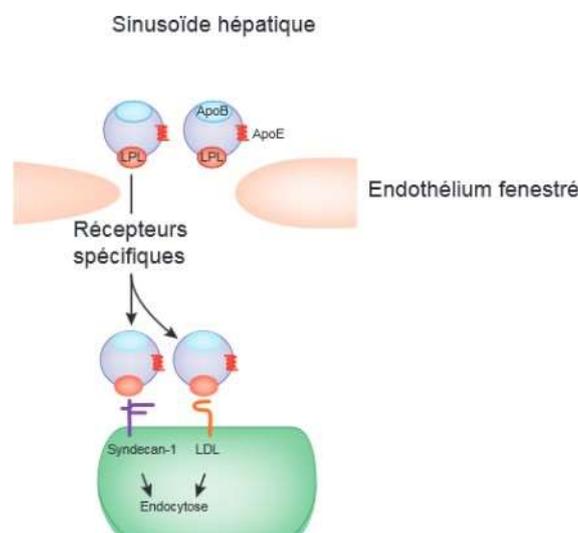
C FAUX L'IP3 se fixe sur un récepteur calcique du REL permettant la libération de Ca^{2+} qui va quant à lui activer la protéine kinase C, qui se fixe sur la membrane plasmique sur un diacylglycérol libéré lors de la formation de l'IP3. (phosphatidylinositol --> diacylglycérol + inositol-triphosphate)

D VRAI Les TAG des VLDL sont libérés de cette manière.

Question 5 :

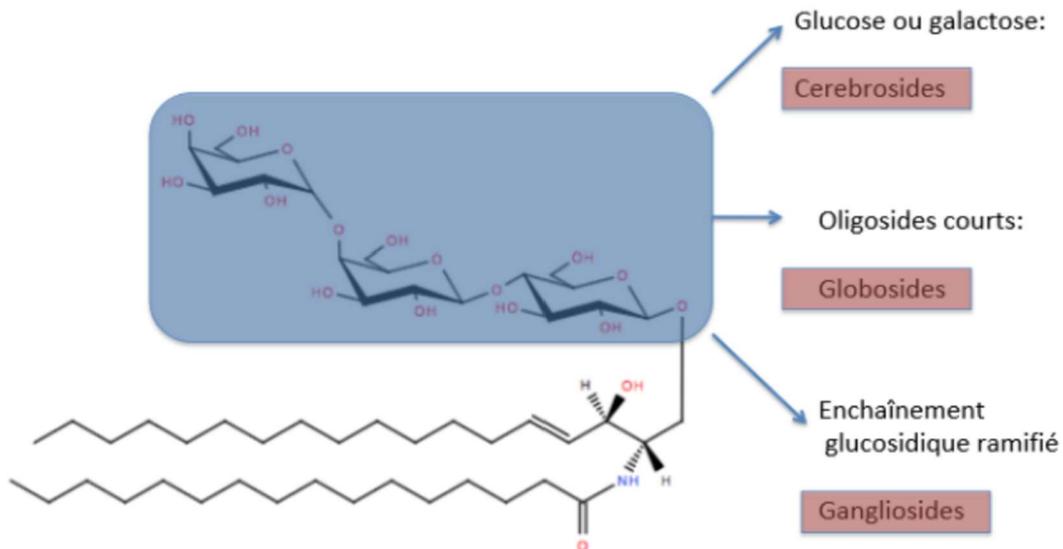
- A. La récupération des lipides peut se faire, au niveau du foie, par un récepteur spécifique aux LDLs.
- B. L'insuline, tout comme l'adrénaline, inhibe la dégradation des TAGs.
- C. Les globosides comportent plus d'oses que les cérébrosides mais moins que les gangliosides.
- D. La membrane cellulaire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

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.

E 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 6 :

- 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.

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'acetyl-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'acetyl coA.

C VRAI

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

E VRAI

Question 7 :

- 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 messager régulant des voies de signalisation de prolifération et de dégradation cellulaire.
- E. L'acide arachidonique est un précurseur des prostaglandines.

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 phosphatidylcholine. La phosphatidylsérine est retrouvée surtout sur le feuillet interne des membranes.

D VRAI Ces voies sont souvent dérégées 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 8 :

- 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.

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 « LMP SA » pour vous rappeler des noms des acides gras saturés : Laurique (12C), Myristique (14C), Palmitique (16C), Stéarique (18C), Arachidique (20C).

Question 9 :

- A. La biosynthèse du cholestérol se fait dans les hépatocytes à partir d'acétyl-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 médulla des glandes surrénales.

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

Question 10 :

- 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 contient du cholestérol, des sphingomyélines, des glycolipides et des protéines. Ces domaines composent 20 à 30 % des membranes biologiques.

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 dérégée 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 11 – Les lipides vous disent bonjour ! :

Parmi les propositions suivantes, la ou lesquelles sont exactes :

- A. Un excès de chylomicrons ou de VLDL peut être à l'origine d'une hypertriglycéridémie.
- B. Les apolipoprotéines permettent le transport des lipides dans l'organisme.
- C. Le glucagon stimule les voies de stockage en augmentant notamment l'activité de la LPL (lipoprotéine lipase) dans le tissu adipeux.
- D. Les chylomicrons sont constitués dans les hépatocytes et rejoignent directement la circulation sanguine, tandis que les VLDL sont formées dans les entérocytes et passent d'abord dans la circulation lymphatique.
- E. Le % de cholestérol dans la bicouche lipidique augmente la rigidité dans le plan vertical.

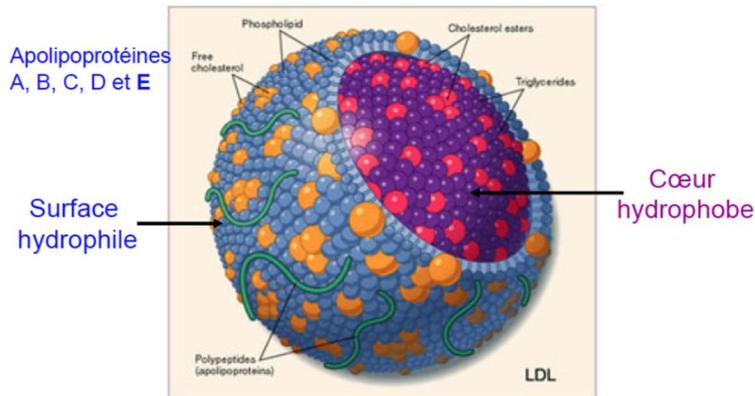
A VRAI Les chylomicrons et les VLDL sont les lipoprotéines les plus riches en TAG (c'est pourquoi elles sont les moins denses aussi). En trop grande quantité, on aura donc une hypertriglycéridémie (=trop de TAG).

B FAUX Attention, ce sont les lipoprotéines qui assurent cette fonction ! Les apolipoprotéines sont les protéines à la surface des lipoprotéines.

Les lipoprotéines

3

Core de **lipides hydrophobes**
entourés d'une **couche de lipides plus polaires** et de protéines



Structure d'une lipoprotéine.

C FAUX Attention, tout d'abord c'est l'insuline qui stimule les voies de stockage. Le glucagon et l'adrénaline ont l'effet inverse, ils augmentent la lipolyse (utilisation des lipides par les tissus). En revanche, il y a bien augmentation de l'activité de la LPL dans le tissu adipeux pour permettre le stockage des TAG (action de l'insuline).

Pour rappel :

- Insuline : voies de **stockage** (=TAG notamment)
 - Foie
 - ↗ Synthèse d'acides gras (donc insuline = lipogénique)
 - Favorise la synthèse de TAG et la formation des VLDL (riche en TAG)
 - Tissu adipeux
 - Stockage de TAG en augmentant l'activité de la lipoprotéine lipase (Un peu difficile à comprendre au début, mais il faut se souvenir que les lipoprotéines sont là que pour le transport, elles se vident dans les cellules de leur contenu par l'action des LPL. Ainsi, en augmentant l'activité des LPL, on aura plus de TAG dans les cellules adipeuses)
- Glucagon / adrénaline : lipolytique

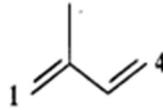
D FAUX Les chylomicrons sont d'origine exogène (alimentaire), contrairement aux VLDL d'origine endogène. En gardant ça en tête, on peut donc deviner que ce sont les chylomicrons qui viennent des entérocytes (cellules de l'intestin), et les VLDL des hépatocytes (cellules du foie). « Chylomicrons » et « VLDL » étaient inversés dans cet item, le reste est vrai.

E FAUX La composition en acides gras et en cholestérol des membranes cellulaires influence la fluidité de ces dernières. En ce qui concerne le cholestérol, en raison de sa structure cyclique, elle **augmente la rigidité sur le plan latéral** (c'est-à-dire qu'elle diminue la fluidité sur ce plan, par exemple les mouvements de diffusion latérale des phospholipides), mais **diminue la rigidité sur le plan vertical** (c'est-à-dire qu'elle augmente la fluidité sur ce plan) en atténuant les interactions entre les AG.

Question 12 – La biosynthèse du cholestérol :

Parmi les propositions suivantes, la ou lesquelles sont exactes :

- A. Cette molécule est le précurseur des isoprènes : l'acétyl-CoA.



- B. L'étape clé de la formation du cholestérol est la transformation de l'HMG-CoA en acide mévalonique.
C. L'HMG CoA synthase est la cible de la plupart des traitements de régulation de la cholestérolémie.
D. Les statines vont activer la synthèse de cholestérol.
E. Le cholestérol est un composant des lipoprotéines.

A VRAI Cette molécule représente bien l'acétyl-CoA.

B VRAI L'HMG-CoA Réductase catalyse cette formation. On dit que c'est une étape clé car la majorité de la régulation de la synthèse du cholestérol se fait sur cette enzyme.

C FAUX Attention, c'est l'HMG CoA réductase.

D FAUX C'est un exemple de traitement hypocholestérolémiant. Les statines vont donc inhiber l'HMG CoA réductase, ce qui diminue la synthèse de cholestérol.

E VRAI

Question 13 – Structure membranaire et signalisation :

Choisissez-la ou les réponses correctes :

- A. Les eicosanoïdes sont des dérivés de l'acide arachidonique issus de l'action de leucotriènes.
B. Les icosanoïdes sont des médiateurs de l'inflammation qui agissent en se fixant sur des récepteurs de type RTK.
C. Parmi les protéines interagissant avec la membrane, les protéines intégrales traversent complètement la bicouche, comme c'est le cas pour les protéines N-myristoylées par exemple.
D. Les sphingolipides impliqués dans la signalisation ont une action autocrine et paracrine.
E. Du fait de la continuité topologique entre le RE et la membrane cellulaire, la composition lipidique du RE est identique à celle de la membrane plasmique.

A FAUX Attention les eicosanoïdes (=icosanoïdes) sont bien dérivés de l'acide arachidonique (20:4) cependant ils sont issus de l'action de **leucocytes** qui possèdent les lipoxygénases (donne les leucotriènes) et cyclooxygénases (donne les prostaglandines) ! Ci-dessous la diapositive correspondante (à mettre en lien avec le premier cours sur la classification des lipides aussi) :

Les dérivés de l'acide arachidonique:
les eicosanoïdes

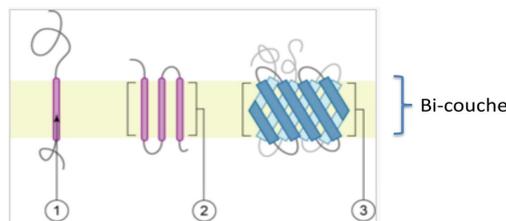
- Médiateurs de l'inflammation
- Action par interaction avec des récepteurs spécifiques couplés aux petites protéines G
- Produits par leucocytes activés qui possèdent les différents enzymes nécessaires
- Effet paracrine et autocrine par excrétion

Informations sur les eicosanoïdes.

B FAUX Comme vous le voyez ci-dessus, ce sont des récepteurs couplés à la protéine G (GPCR) et non des récepteurs à activité tyrosine kinase (RTK).

C FAUX Les protéines intégrales traversent en effet entièrement la bicouche, néanmoins c'est le cas par exemple des hélices α ou des feuillets β . Lorsque les protéines effectuent des liaisons covalentes avec un domaine lipidique pour interagir avec la membrane, comme c'est le cas par myristoylation (*cf* chapitre « Maturation et transport des constituants de la cellule » en biocell), on parle de protéines périphériques. Je vous remets les diapos pour que vous puissiez bien visualiser la différence entre les deux.

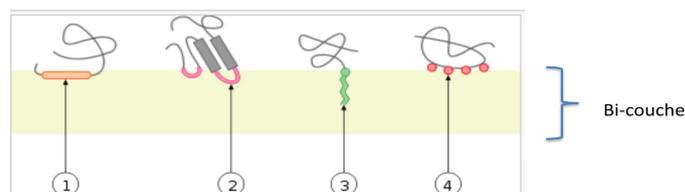
Les protéines intégrales traversent entièrement la bicouche



- 1: Hélice- α
- 2: Multiple Hélice- α
- 3: feuillet- β

Protéines intégrales.

Les protéines périphériques sont associées à un feuillet de la bicouche

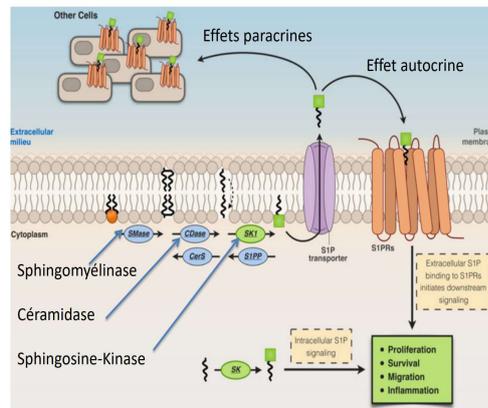


- 1,2,4 : Structure tridimensionnelle hydrophobe des protéines
- 3: Ancrage via une liaison covalente avec un lipide

Protéines périphériques.

VI. Rôles biologiques des lipides Signalisation sphingolipides

Action autocrine et paracrine grâce à des transporteurs

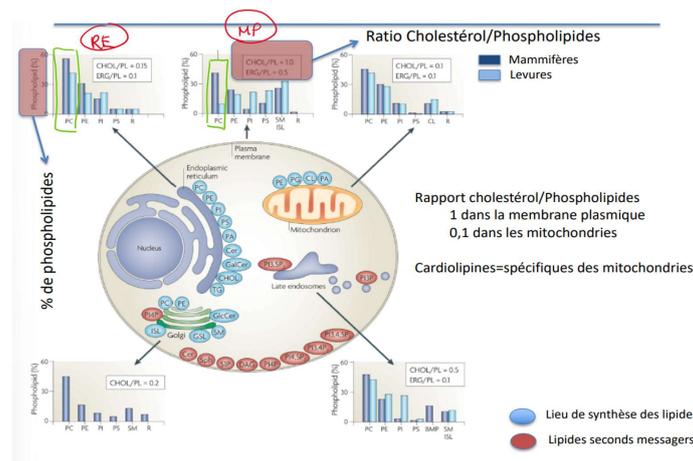


Grassi et al., Front. Pharmacol., 23 July 2019

Mode de signalisation des sphingolipides.

E FAUX La référence à la continuité topologique relève du cours de biocell je sais, mais il y a beaucoup de liens qui peuvent s'établir entre l'UE2 et l'UE5, dont certains (comme celui-ci) peuvent mener un peu à confusion.

Attention, même si les différences de proportions (phospholipides majoritaires / minoritaires) entre les faces interne et externe sont respectées entre le RE et la membrane cellulaire (du fait de cette continuité topologique justement), il ne faut pas oublier que la composition en cholestérol et phospholipides des bicouches joue un rôle structural ! Donc la composition lipidique du RE est semblable dans sa dissymétrie avec celle de la membrane plasmique (je vous ai entouré en vert les phosphatidylcholines majoritaires dans les deux sur la diapo ci-dessous), mais les deux ne sont pas du tout identiques !



Composition des différentes membranes biologiques.

Question 14 – TCL : Transport Commun des Lipides :

Choisissez-la ou les réponses correctes :

- A. Les sels biliaires jouent un rôle essentiel dans la digestion des lipides : par leur action émulsionnante, ils permettent d'augmenter la surface de contact entre les TAG hydrophobes et les lipases hydrosolubles.
- B. Le cholestérol de notre organisme a une origine pas seulement alimentaire mais également endogène (foie).
- C. Les VLDL et les chylomicrons sont les lipoprotéines les plus riches en TAG endogènes : les VLDL en sont composés à 60% et les chylomicrons à 90%.
- D. Les LDL ont une quantité absolue (=non relative) d'esters de cholestérols plus importante que les IDL.
- E. Les lipases représentent une sous classe d'estérases et sont présentes dans l'estomac, le pancréas et l'intestin.

A VRAI Item un peu long je sais, mais pour une fois il n'y avait aucun piège. Je vous remets le cours :

« La lipase a un site actif inaccessible en milieu aqueux. Mais à proximité de molécules hydrophobes comme les TAG, les forces hydrophobes (forces faibles) générées par TAG vont alors modifier la structure 3D de la protéine, ce qui va repousser les domaines qui cachaient le site actif entre eux, laissant le site actif libre pour permettre la digestion des TAG. Cependant il faut se souvenir que les lipases sont des enzymes solubles dans l'eau, tandis que les TAG sont extrêmement hydrophobes. C'est pourquoi les émulsions créées grâce aux sels biliaires vont être aussi importantes en augmentant la surface de contact entre la lipase (et la colipase) et les TAG. »

B VRAI L'apport alimentaire (origine exogène) recommandé en cholestérol est de 300 mg/j et la synthèse de novo (donc origine endogène) au niveau du foie est de 800mg/j.

C FAUX Les chylomicrons et les VLDL sont les lipoprotéines les plus riches en TAG en effet, mais les chylomicrons transportent ceux d'origine exogène (alimentaire) tandis que les VLDL contiennent ceux d'origine endogène (hépatique). Souvenez-vous que les chylomicrons sont formés dans les entérocytes, par des cellules du tube digestif, et que donc leurs TAG proviennent de l'alimentation.

3

Chylomicrons : apport des lipides alimentaires aux tissus adipeux et au foie TAG alimentaires (90%)

VLDL : transport des TAG, cholestérol synthétisés par le foie vers les autres tissus TAG endogènes (60%)

LDL : transport du cholestérol vers tissus périphériques - régule également la synthèse de novo de cholestérol Esters de cholestérol endogènes

HDL : fixe le cholestérol libéré dans le plasma (mort des cellules, turn-over des membranes) et le ramène au foie Esters de cholestérol endogènes

Rôle et composition des lipoprotéines.

D FAUX Attention, il faut bien comprendre que les LDL sont issus des IDL, eux-mêmes issus des VLDL. Des VLDL aux IDL puis des IDL aux LDL, il n'y a pas eu d'ajout d'esters de cholestérol mais l'action de lipoprotéines lipases (LPL) qui ont « allégé » ces lipoprotéines en TAG, et donc augmenté la proportion d'esters de cholestérol. L'item aurait été juste si on parlait de quantité relative.

E VRAI Les lipases sont présentes au niveau gastrique, pancréatique et intestinale.

Pour rappel,

- Les lipases gastriques et pancréatiques hydrolysent les TAG en position 1 et 3.
- Les lipases intestinales hydrolysent les TAG en position 2.

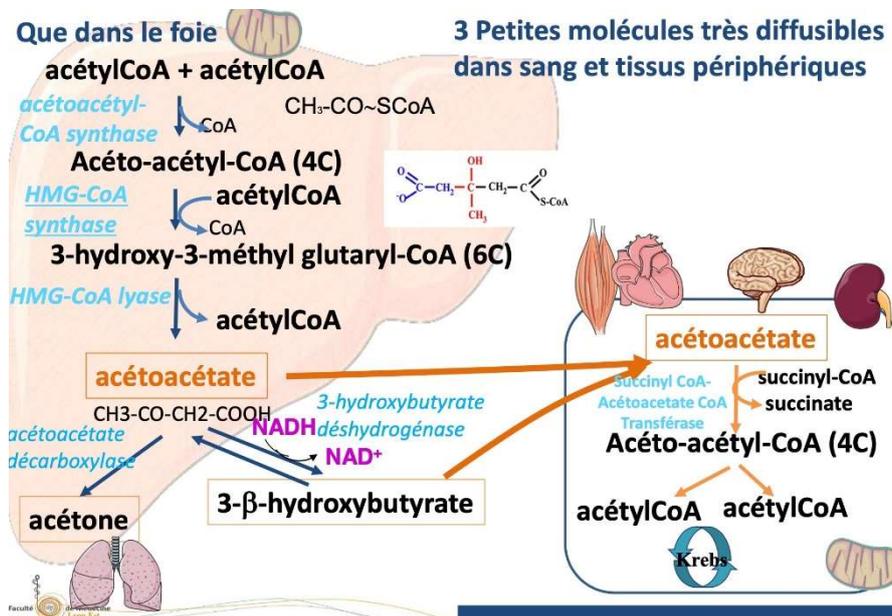
Question 15 – Métabolisme lipidique :

- La bêta-oxydation est exclusivement mitochondriale.
- L'hélice de Wakil consomme deux NADPH, H⁺ par cycle.
- L'acétone est un corps cétonique très volatile, qui est éliminé par le poumon.
- Les VLDL transportent les triglycérides du foie jusqu'aux tissus périphériques.
- Les acides gras insaturés sont oxydés dans le réticulum endoplasmique.

A FAUX Il y a aussi de la bêta-oxydation dans les peroxysomes (pour les AG à longue chaîne), mais celle-ci n'apporte pas d'énergie.

B VRAI C'est dans le cours.

C VRAI Je vous remets la diapositive sur le métabolisme des corps cétoniques :



D VRAI C'est le transport **hépatofuge** (qui « fuit » le foie).

E FAUX Item totalement faux. Ils sont oxydés, si la chaîne n'est pas trop grande, dans la mitochondrie. Les insaturations ne posent pas de problème puisqu'elles sont gérées par des **isomérases**, qui les placent **entre le carbone alpha et bêta** de l'AG en cours d'oxydation (du coup on skippe l'étape 1).

Question 16 – Métabolisme lipidique :

- A. La biosynthèse d'acides gras a lieu surtout dans le cytoplasme.
- B. L'hélice de Linen permet la régénération de deux NADH, H⁺ par cycle.
- C. La navette carnitine permet l'entrée des acides gras de 16 à 22 carbonés.
- D. L'AG synthase est un hétérotrimère.
- E. Nous pouvons synthétiser des oméga-6 mais pas d'oméga-3.

A VRAI À la différence de la bêta-oxydation qui a lieu dans la mitochondrie.

B FAUX Il y a régénération d'un NADH, H⁺ et d'un FADH₂.

C FAUX Elle permet l'entrée des **AG de 12 à 22C**. Au-delà, on passe dans le peroxysome, et ça sort du cadre du programme de la première année.

D FAUX C'est un homodimère. Chaque monomère possède par contre 3 domaines fonctionnels différents.

E VRAI Les désaturases permettent la formation de certains oméga-6 ($\Delta 6$), mais pas d'oméga-3 (qui seront apportés par l'alimentation).

Question 17 – Métabolisme lipidique :

- A. La majeure partie des réserves en énergie se trouve dans les muscles.
- B. Pour les acides gras trop longs, il est possible de faire une bêta-oxydation dans le peroxysome, mais elle ne rapportera pas d'énergie.
- C. Les corps cétoniques sont transportés du foie aux organes cibles sous forme d'acétone.
- D. L'acétyl-CoA carboxylase est régulée positivement par le citrate et l'insuline.
- E. L'hélice de Wakil enlève 2C à l'acide gras par tour.

A FAUX La majorité des réserves énergétiques est stockée sous forme de TAG dans les graisses.

B VRAI C'est du cours.

C FAUX Ils sont transportés sous forme d'acétoacétate ou de 3- β -hydroxybutyrate. L'acétone est juste éliminée au niveau des poumons.

D VRAI Il est important de connaître les régulateurs des enzymes-clé du métabolisme.

E FAUX Petit piège. C'est l'hélice de Lynen qui enlève 2C à chaque tour.

Question 18 – Métabolisme lipidique :

Parmi les propositions suivantes, la ou lesquelles sont exactes :

- A. Lors d'un jeûne prolongé, le glucagon active l'acétyl-CoA carboxylase.
- B. L'acyl-CoA carnitine transférase joue un rôle essentiel dans la biosynthèse des AG.
- C. Les corps cétoniques sont une source d'énergie utilisables uniquement pour les mitochondries du foie.
- D. Le malonyl-CoA active l'acyl-CoA carnitine transférase.
- E. Le citrate régule positivement l'acétyl-CoA carboxylase.

A FAUX Lors d'un jeûne prolongé, on mobilise nos réserves lipidiques qui sont sous forme de TG (stockés dans le foie et dans le tissu adipeux). C'est en effet le glucagon (lipolytique) qui va agir dans ce type de situation, mais en activant la lipase hormonosensible pour cliver

les TG et libérer les AG. Ces derniers donneront après la β -oxydation des acétyl-CoA, qui tourneront dans le cycle de Krebs pour fournir de l'énergie.

L'acétyl-CoA carboxylase a une action dans la biosynthèse des AG, et son action est coûteuse en énergie (consommation d'un ATP). Le glucagon inhibe ainsi l'acétyl-CoA carboxylase.

B FAUX Attention aux deux navettes ! Dans la β -oxydation il s'agit de l'acyl-CoA carnitine transférase, qui permet l'entrée dans la mitochondrie des AG avec plus de 12 carbones, et dans la biosynthèse des AG c'est la navette citrate-pyruvate, qui permet la sortie de l'acétyl-CoA de la mitochondrie.

C FAUX C'est la cétogenèse qui se déroule uniquement dans les mitochondries du foie. Les corps cétoniques servent de source d'énergie aux muscles squelettiques et cardiaque, au cerveau, ainsi qu'aux reins.

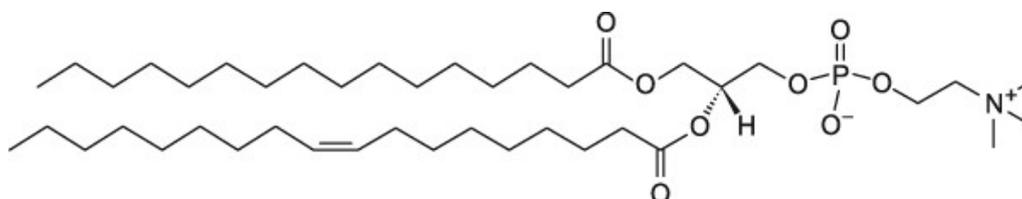
D FAUX Le malonyl-CoA est formé dans les premières étapes de biosynthèse des AG. Or, comme vu à l'item B, l'acyl-CoA carnitine transférase permet l'entrée des AG dans la mitochondrie pour la β -oxydation, qui est une voie de catabolisme des AG. On a donc un rétrocontrôle négatif du malonyl-CoA sur cette enzyme : le malonyl-CoA inhibe l'acyl-CoA carnitine transférase.

E VRAI Pour rappel, le citrate correspond à la molécule obtenue par condensation d'un acétyl-CoA avec de l'OAA. La navette citrate-pyruvate permet la sortie de l'acétyl-CoA (et donc aussi de l'OAA) en échangeant une molécule de citrate de la mitochondrie contre un pyruvate du cytosol. De ce fait, le citrate est nécessaire au fonctionnement de la navette citrate pyruvate, assurant la sortie des AG de la mitochondrie pour permettre par la suite la biosynthèse des AG. Il est ainsi logique que le citrate régule positivement l'acétyl-CoA carboxylase, enzyme clé de cette biosynthèse (effectuant l'étape limitante acétyl-CoA \rightarrow malonyl-CoA).

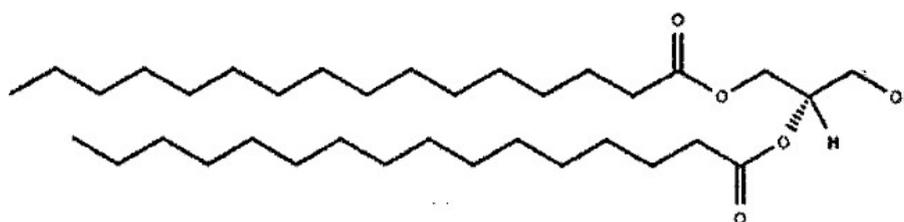
Les lipides – Plusieurs chapitres / Dossiers libres

Question 1 :

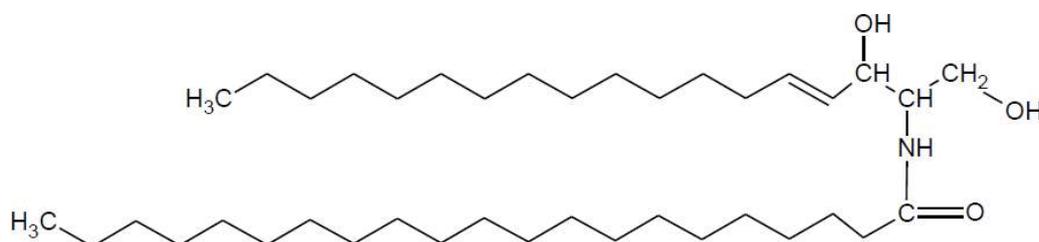
Lipide 1 :



Lipide 2 :



Lipide 3 :

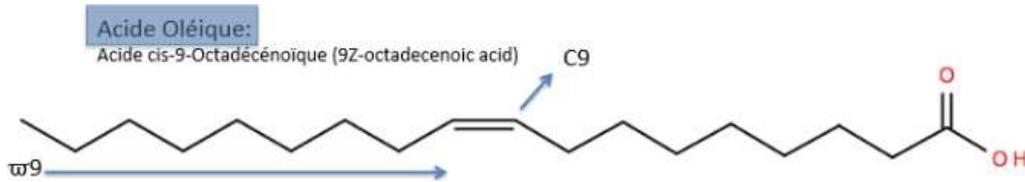


- L'acide gras estérifié en position deux sur le lipide 1 appartient à la famille des oméga 9 et est présent dans l'huile d'olive.
- En ajoutant une choline sur une fonction OH libre du lipide 3, on obtient une molécule impliquée dans une maladie neurodégénérative.
- Le lipide 2 est un lipide hétérogène car il n'a que deux acides gras, il lui reste une fonction OH libre.
- 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.
- Puisqu'il n'y a pas de phosphate dans la composition du lipide 3, ce dernier appartient aux lipides simples.

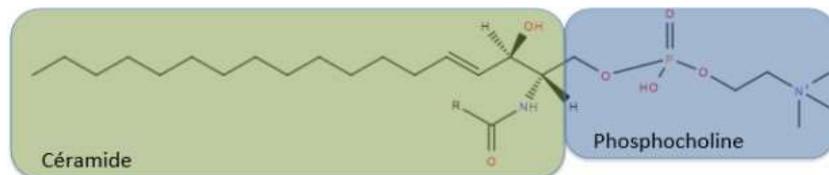
A VRAI Avant toutes choses il faut comprendre de quel endroit on parle lorsqu'on évoque les différentes positions. Ces numéros de positions désignent les différentes fonctions OH du glycérol. Ici on nous parle dans l'item de l'AG estérifié en position deux, c'est donc l'acide gras qui est sur la fonction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

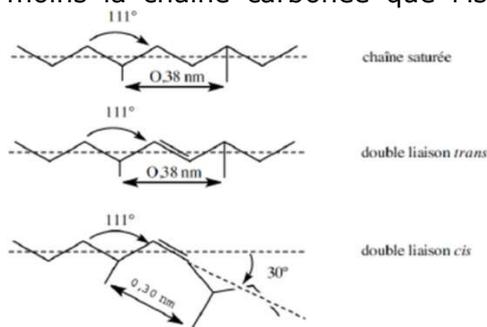
E FAUX Le lipide 3 est une molécule de céramide, lipide appartenant à la classe des sphingolipides, lipides complexes.

Question 2 :

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.

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 3 :

- 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.

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

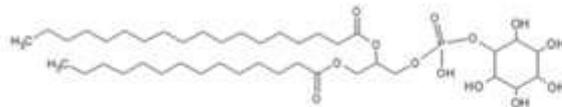
signalisation cellulaire : on y trouve des récepteurs, c'est un lieu d'échange d'informations entre l'extérieur et la cellule.

Énoncé commun aux questions 4 et 5 :

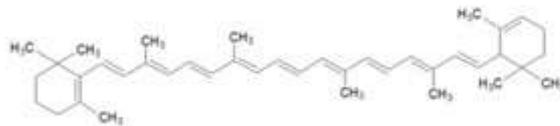
Soient les structures lipidiques suivantes (figure 1) :



1



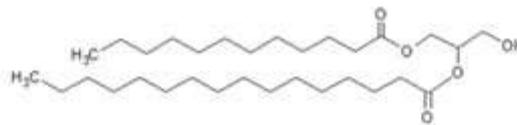
2



3



4



5

Question 4 :

- 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 $\omega 3$ 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.

Le lipide 1 migre plus loin en chromatographie sur couche mince que le lipide 5.

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 **L**ipoxygénases sur l'acide arachidonique forme bien des **L**eukotriènes 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.

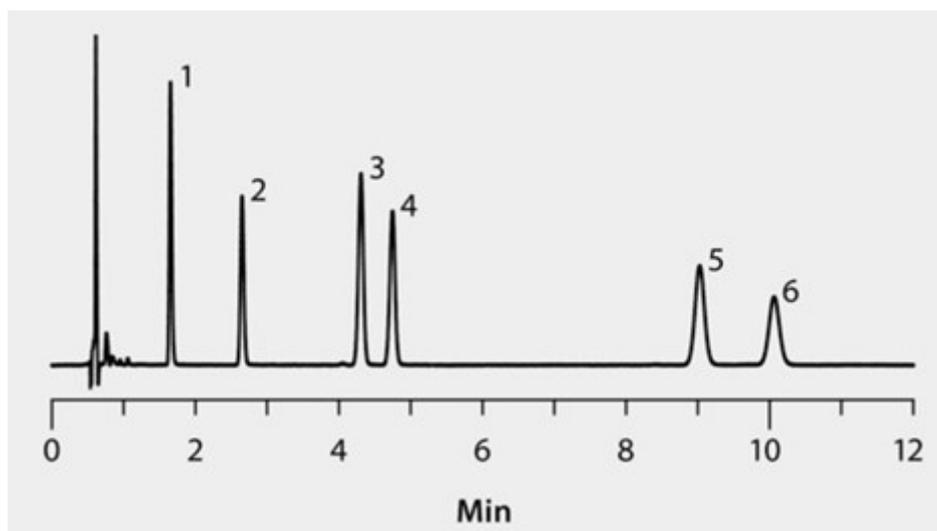
E VRAI En CCM, les lipides migrant le plus loin sont ceux les plus apolaires. Du plus apolaire au plus polaire :

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 5 :

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.

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.

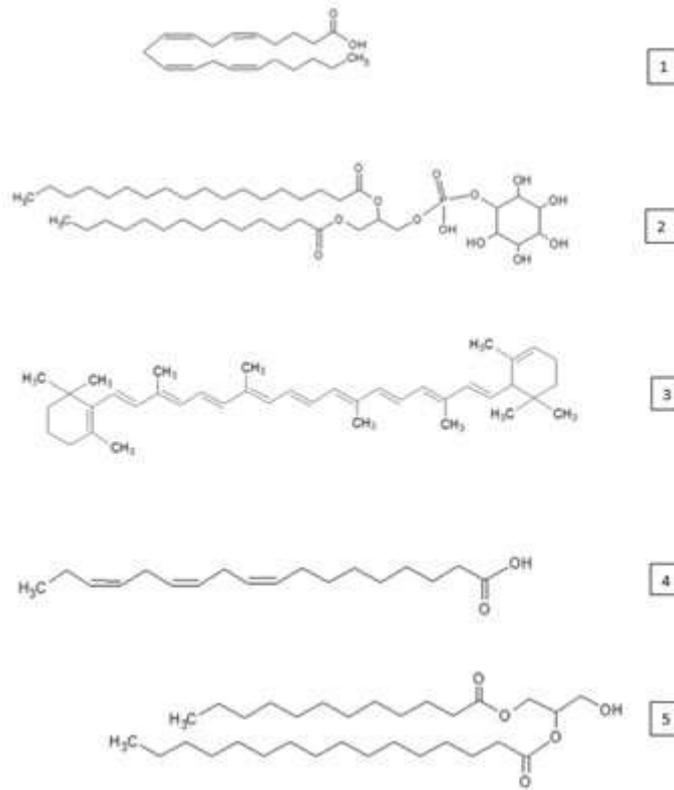
C VRAI Les acides gras essentiels sont l'acide linoléique et l'acide α -linoléique. S'il était représenté, l'acide α -linoléique aurait un temps de rétention égal à celui de son isomère l'acide γ -linoléique. Cependant, l'acide linoléique a un temps de rétention compris entre l'acide γ -linoléique (même 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).

Énoncé commun aux questions 6 et 7 :

Soient les structures lipidiques suivantes (figure 1) :



Question 6 :

- 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 ω 3 tout comme l'acide arachidonique.
- D. Le lipide 3 est un précurseur de l'acide rétinol.
- E. Le lipide 5 migre plus loin en chromatographie sur couche mince que le lipide 4.

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.

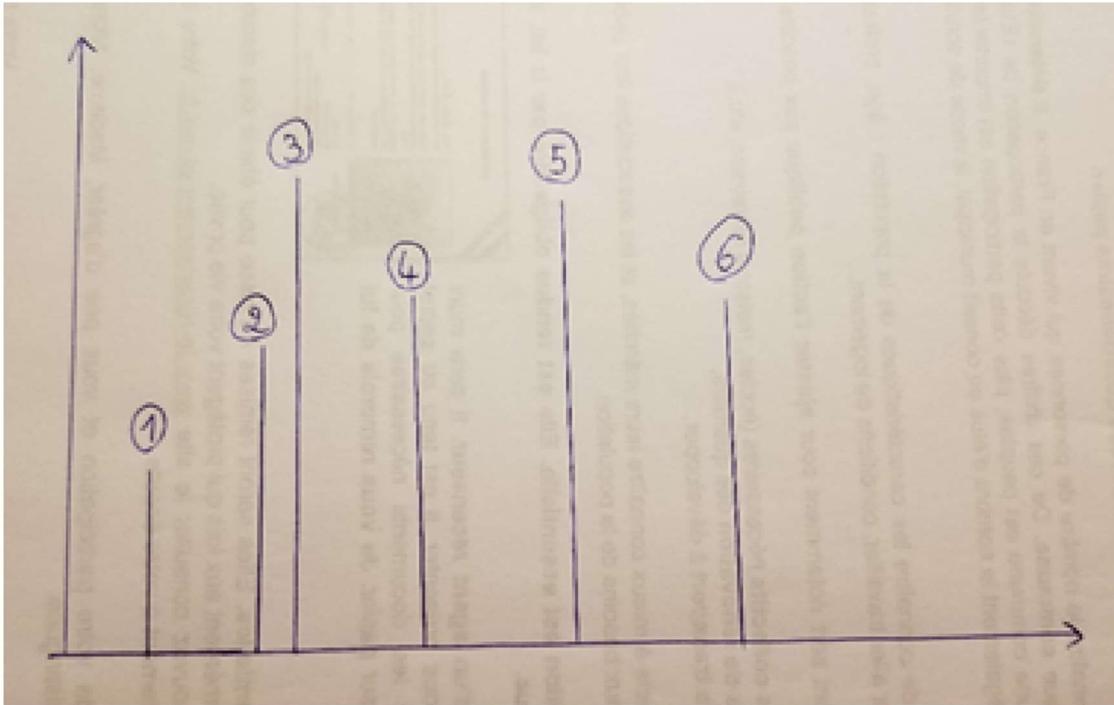
Du plus apolaire au plus polaire :

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 7 :

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



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.

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).

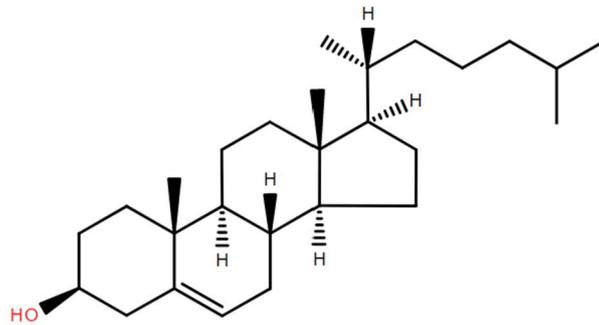
E VRAI L'acide gras 3 est l'acide arachidonique, il peut en effet être hydroxylé pour former par exemple des leukotriènes.

DL Lipides

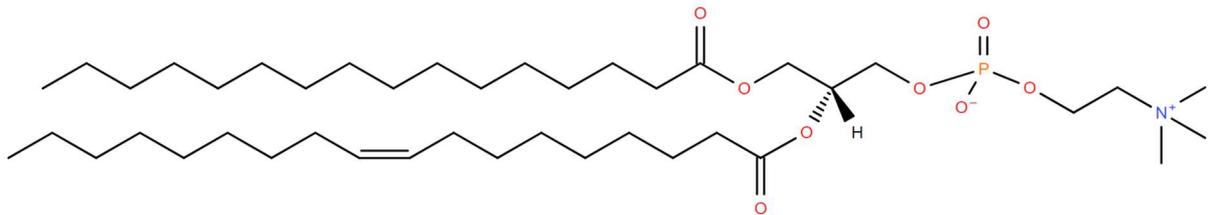
Énoncé commun aux questions 1 et 2 :

Soient les 5 lipides ci-dessous.

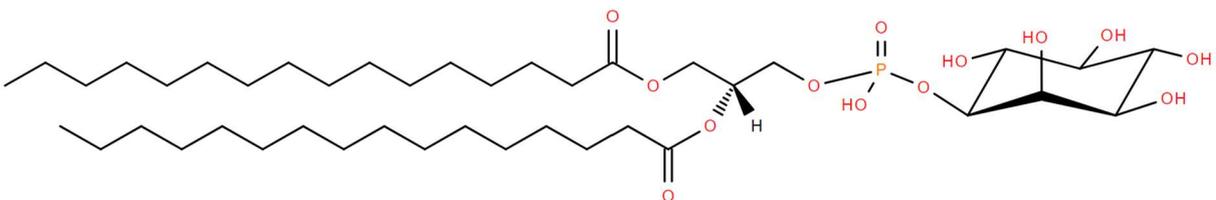
Lipide 1 :



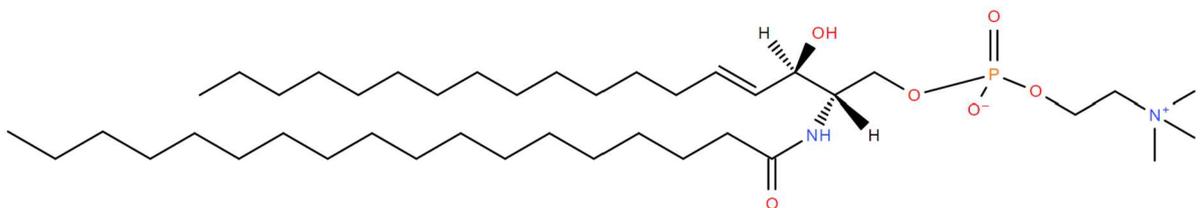
Lipide 2 :



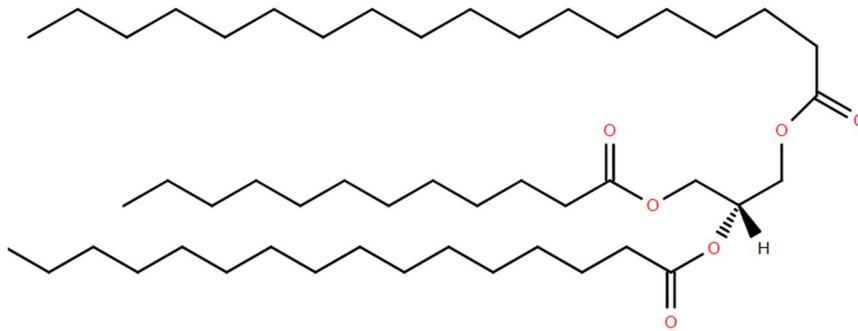
Lipide 3 :



Lipide 4 :



Lipide 5 :



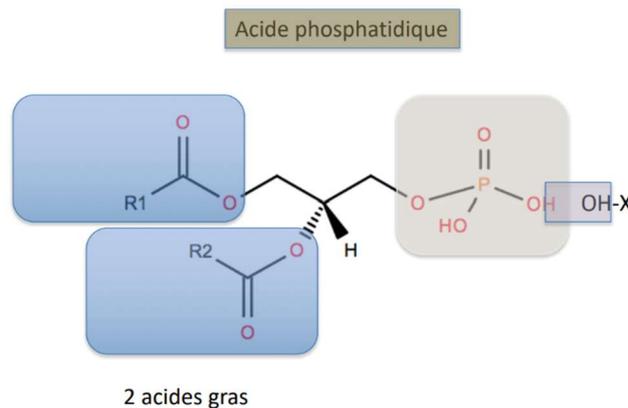
Question 1 – Reconnaissance :

Parmi les propositions suivantes, la ou lesquelles sont exactes :

- A. Les lipides 2 et 4 sont des constituants des membranes plasmiques et sont en quantité plus importante dans le feuillet interne.
- B. Si le lipide 3 était diphosphorylé sur les carbones 3 et 4 de l'inositol, on pourrait avoir activation de la PKC ou de la PKB.
- C. Le lipide 5 est en quantité très importante dans les HDL.
- D. Le lipide 1 a pour précurseur le squalène qui est un tétraterpène.
- E. On peut obtenir à partir du lipide 4 une molécule qui est physiologiquement en quantité peu importante et qui va modifier la structure de la membrane en réponse à un stress.

Ici il fallait reconnaître les différents lipides pour pouvoir répondre aux différents items.

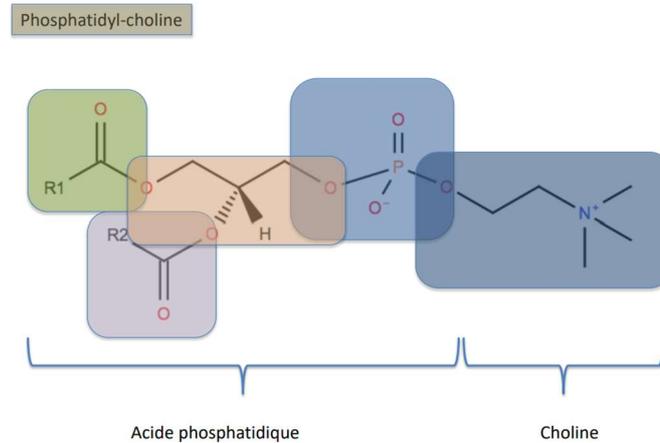
1. Le premier a 27 carbones et 4 cycles, c'est le **cholestérol** (assez facile à reconnaître normalement puisque vous ne trouverez pas de stéroïdes dans les QCM sur les lipides ☹).
2. Pour les lipides 2 et 3, on a un acide phosphatidique (je vous remets la structure ci-dessous) associé avec un composant organique (Sérine, Ethanolamine, Choline ou Inositol)



Acide phosphatidique.

Ce sont donc tous les deux des glycérophospholipides. (Je sais que vous avez déjà beaucoup de choses à apprendre, mais tous les ans il y a des questions entières qui se basent sur la reconnaissance des lipides, donc essayez quand même de bien les apprendre ! Allez sur Lipid Maps et faites des captures d'écran,

c'est comme ça que je faisais en P1 !). Le lipide 2 ici est une **phosphatidylcholine**. Ci-après un rappel montrant la structure générale d'une PC :



Structure d'une phosphatidylcholine.

3. Comme vu précédemment, nous avons ici un glycérophospholipide. Il s'agit ici du **phosphatidylinositol**.
4. On remarque ici qu'il y a une liaison amide. Sans même regarder le reste, cette liaison doit vous faire penser à un sphingolipide. Pour vérifier, on regarde la chaîne carbonée en C1 du glycérol, et on note en effet la présence d'une double liaison. On a donc une céramide associée avec une phosphocholine : c'est donc une sphingophosphocholine, autrement appelée une **sphingomyéline**.

Pour rappel, on a la succession suivante dans la formation des sphingolipides :

sphinganine (précurseur sphingosine) > sphingosine (précurseur sphingolipide, dont la céramide qui est un sphingolipide) > céramide (précurseur sphingophospholipide) > sphingophospholipide.

5. On a ici un **TAG**, avec un glycérol estérifié avec un acide laurique (12:0), un acide palmitique (16:0) et un acide stéarique (18:0).

A FAUX Les lipides 2 et 4 correspondent respectivement à la PC et à la SM. Ce sont donc bien des constituants des membranes. Cependant, pour rappel, on a en quantité majoritaire :

Sur le feuillet externe : sphingomyélines (SM) et phosphatidylcholines (PC) ;

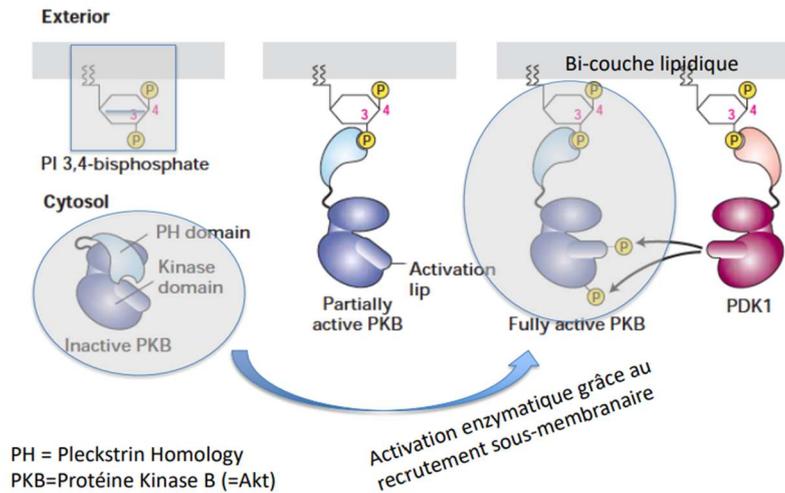
Sur le feuillet interne : phosphatidyléthanolamines (PE), phosphatidylsérine (PS) et phosphatidylinositol (PI).

L'item aurait ainsi été juste si on parlait du feuillet externe.

B VRAI Le lipide 3 diphosphorylé sur les carbones 3 et 4 de l'inositol donne du phosphatidylinositol 3,4-biphosphate (PI 3,4-biphosphate), qui peut activer la PKB et PKC.

- PKB :
 - La protéine kinase B (PKB) se lie au PI 3,4-biphosphate uniquement si son domaine PH reconnait un phosphate sur le C3 de l'inositol. C'est pourquoi elle est considérée comme une protéine périphérique conditionnelle, puisque son recrutement à la membrane dépend de signaux qui vont phosphoryler

le carbone 3. Une fois présente, PKB peut être phosphorylée à son tour par la protéine kinase PDK1 et être ainsi complètement activée dans l'environnement périphérique de la membrane.

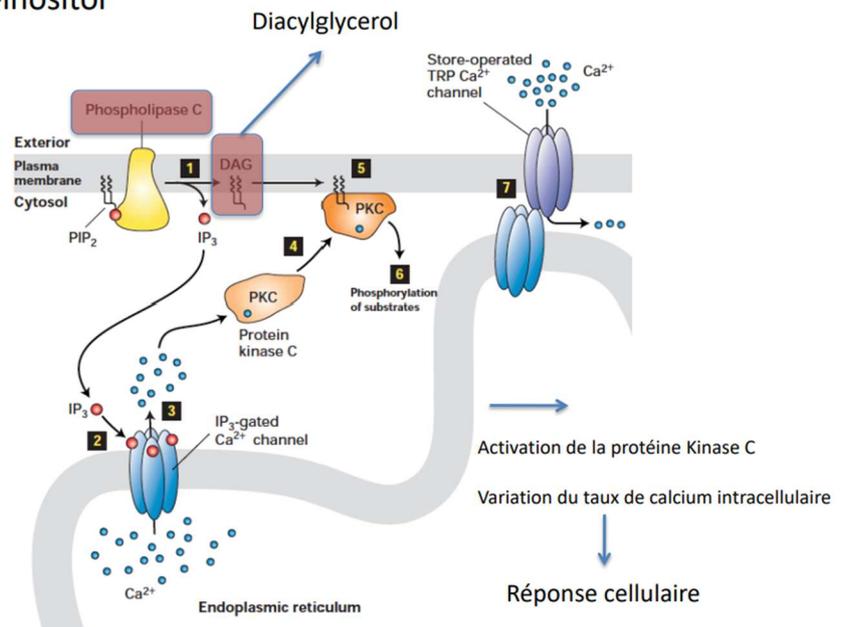


PI 3,4-biphosphate et PKB.

▪ PKC :

- La protéine kinase C (PKC) est activée par un DAG et du Ca²⁺ (libéré en intracellulaire après fixation de l'inositol triphosphate (IP₃) sur son récepteur). Or, IP₃ et DAG sont les produits de l'action d'une phospholipase C sur un PI 3,4-biphosphate.

Phosphatidyl-inositol



PI 3,4-biphosphate et PKC.

C FAUX Le lipide 5 est un TAG, majoritaire dans les chylomicrons et VLDL.

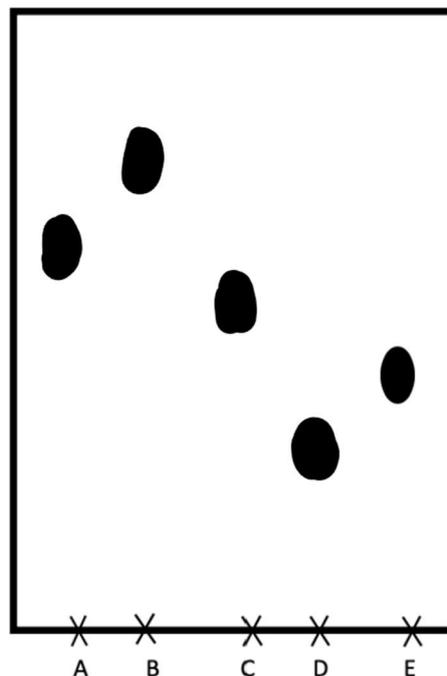
D FAUX Le lipide 1, le cholestérol, a en effet comme précurseur le squalène, cependant il s'agit d'un triterpène (30 carbones).

E VRAI Le lipide 4 est une sphingomyéline (=sphingophosphocholine), à savoir une céramide associée avec une phosphocholine. Lors d'un stress cellulaire, on aura une activation de la sphingomyélinase, qui libère des céramides, et qui permet ainsi une augmentation rapide de concentration en céramides (en concentration très faible à l'état normal). La céramide possède un faible groupement polaire et une très haute température de fusion ; ce changement de concentration altère ainsi les propriétés biophysiques des membranes.

Question 2 – Une petite CCM :

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 1 tel quel, le lipide 1 estérifié avec un acide myristique, le lipide 2, le lipide (partie comportant le glycérol) issu de l'action d'une phospholipase C sur le lipide 3, et le lipide libéré par l'action d'une phospholipase A2 sur le lipide 5 (la partie à plus faible poids moléculaire). Voici le profil de CCM obtenu :



- A. Le lipide correspondant à la tâche A a un temps de rétention supérieur à l'acide palmitoléique en HPLC.
- F. La tâche B a le rapport frontal le plus proche de 1 et correspond à un ester de cholestérol.
- G. Le lipide correspondant à la tâche C est un précurseur de la vitamine A.
- H. Le lipide correspondant à la tâche D fait partie des céphalines.
- I. Le lipide correspondant à la tâche E peut servir de second messenger.

Item A neutralisé

Il y avait ici une erreur dans l'énoncé : le lipide 5, étant un TAG et non un phospholipide, aurait dû être digéré par la lipase intestinale et non la phospholipase A2. Normalement ce type de piège n'existe pas pour les digestions des lipides, si le substrat (le lipide) ne correspond pas à l'enzyme, c'est qu'il y a une erreur, n'hésitez pas à le signaler si cela se reproduit en colle.

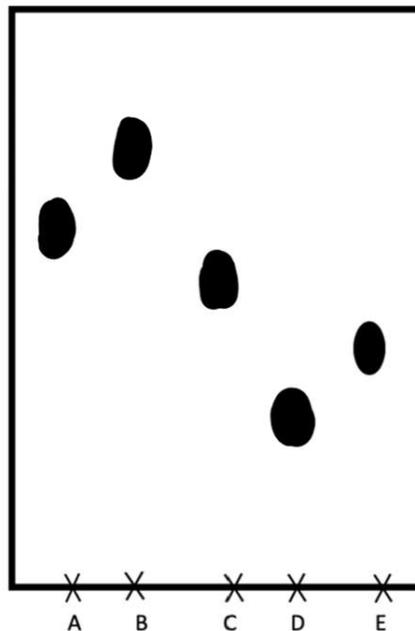
Par chance, mis à part l'item A qui n'était pas solvable, ici cela ne change rien à l'identification des tâches de cette CCM (mais l'item A est bien neutralisé ne vous en faites pas)

Mais pour cette fois-ci je vais vous faire 2 corrections du coup :

Correction 1 : Dans le cas où il s'agissait d'un piège (mais encore une fois, ce n'est pas censé avoir lieu) et que donc la tâche A correspond à un TAG

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 1 tel quel, le lipide 1 estérifié avec un acide myristique, le lipide 2, le lipide (partie comportant le glycérol) issu de l'action d'une phospholipase C sur le lipide 3, et le lipide libéré par l'action d'une phospholipase A2 sur le lipide 5 (la partie à plus faible poids moléculaire). Voici le profil de CCM obtenu :



Exercice qui fait appel à de nombreuses notions et par conséquent pas facile je vous l'accorde.

En CCM, la phase stationnaire (plaque de silice) est polaire, la phase mobile (le solvant) est apolaire. Les composés les plus apolaires migreront ainsi le plus loin (= le plus loin des dépôts) avec le solvant. Pour faire correspondre chaque tâche au bon lipide, il faut ici se souvenir de la suite suivante (du plus apolaire au moins apolaire) :

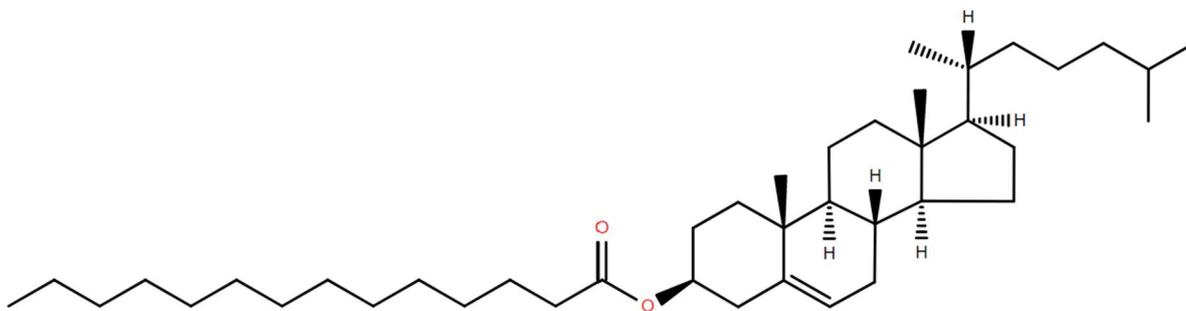
Esters de cholestérol > TAG > Acides gras libres > Cholestérol > DAG > MAG > Phospholipides.

Concernant les phospholipases, elles ne clivent que les phospholipides et :

- La phospholipase A1 coupe un phospholipide en C1 du glycérol
- La phospholipase A2 coupe un phospholipide en C2 du glycérol
- La phospholipase C clive un phospholipide en DAG et acide phosphorique + composant organique (sérine, éthanamine etc...)

- La phospholipase D clive un phospholipide en acide phosphatidique et un composant organique (sérine, éthanolamine etc...)

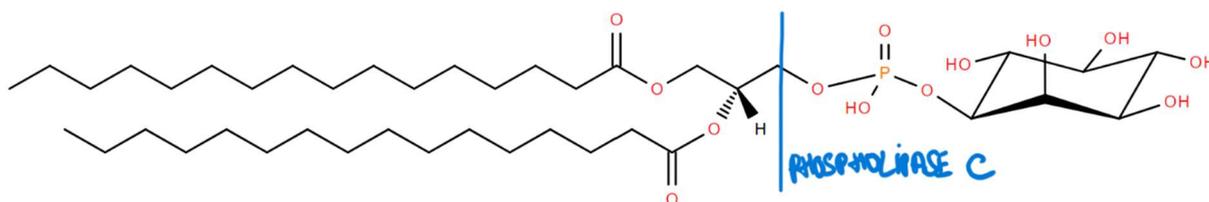
Et pour finir, « le lipide 1 estérifié avec un acide myristique » est un cholestérol (lipide 1) estérifié avec un acide gras : c'est un ester de cholestérol. Je vous mets cet ester ci-dessous pour ceux qui n'arrivent pas à le visualiser. (un ester de cholestérol est une molécule obtenue par l'estérification du OH en C3 du cholestérol et le COOH d'un AG).



Ester de cholestérol.

Les lipides analysés dans cette CCM sont donc :

- « Le lipide 1 tel quel » = Cholestérol
- « le lipide 1 estérifié avec un acide myristique » = Ester de cholestérol
- « le lipide 2 » = Phosphatidylcholine
- « le lipide (comportant le glycérol) issu de l'action d'une phospholipase C sur le lipide 3 » = DAG



Phosphatidylinositol clivé par une PLC (PL=phospholipase).

- « le lipide libéré par l'action d'une phospholipase A2 sur le lipide 5 (la partie à plus faible poids moléculaire) » = **acide palmitique TAG**, puisqu'attention, le lipide 5 était un TAG et non un phospholipide (encore une fois ce genre de piège ne devrait pas apparaitre)

On a donc dans l'ordre décroissant d'apolarité : Esters de cholestérol > **Acide palmitique-TAG** > Cholestérol > DAG > Phosphatidylcholine

Et à partir des résultats de la CCM, on voit que du plus apolaire au moins apolaire on a : B>A>C>E>D.

Ainsi, on a :

A. **Acide palmitique-TAG**

B. Ester cholestérol

C. Cholestérol

D. Phosphatidylcholine

E. DAG

A VRAI Le lipide A est un acide palmitique (16:0). En HPLC, le temps de rétention diminue avec le nombre d'insaturations. Ainsi, l'acide palmitique a bien un temps de rétention supérieur à l'acide palmitoléique (16:1) en HPLC.

A NEUTRALISE On ne sait pas comment évolue le temps de rétention d'un TAG, la comparaison était non faisable.

B VRAI Le lipide B est bien un ester de cholestérol. Le rapport frontal (Rf) est le rapport entre la distance parcourue par le lipide et le solvant. Plus le Rf est proche de 1, plus le lipide en question a migré loin (plus il était apolaire).

C FAUX Le lipide C est le cholestérol, précurseur des esters de cholestérol, des acides biliaires, des stéroïdes et de la vitamine D (et non A).

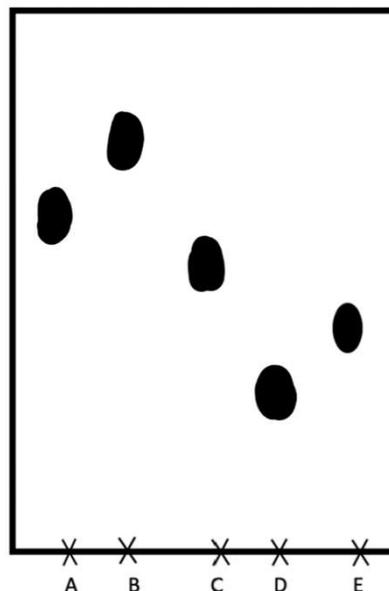
D FAUX Le lipide D est une PC, autrement appelée lécithine. Les céphalines sont les PS et les PE.

E VRAI Le lipide E est un DAG, et comme vu précédemment, il sert de second messager dans l'activation de la PKC.

Correction 2 : cas où l'enzyme dans l'énoncé était la bonne et où donc la tâche A correspond à l'acide palmitique.

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 1 tel quel, le lipide 1 estérifié avec un acide myristique, le lipide 2, le lipide (partie comportant le glycérol) issu de l'action d'une phospholipase C sur le lipide 3, et le lipide libéré par l'action d'une lipase intestinale sur le lipide 5 (la partie à plus faible poids moléculaire). Voici le profil de CCM obtenu :



Exercice qui fait appel à de nombreuses notions et par conséquent pas facile je vous l'accorde.

En CCM, la phase stationnaire (plaque de silice) est polaire, la phase mobile (le solvant) est apolaire. Les composés les plus apolaires migreront ainsi le plus loin (= le plus

loin des dépôts) avec le solvant. Pour faire correspondre chaque tâche au bon lipide, il faut ici se souvenir de la suite suivante (du plus apolaire au moins apolaire) :

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

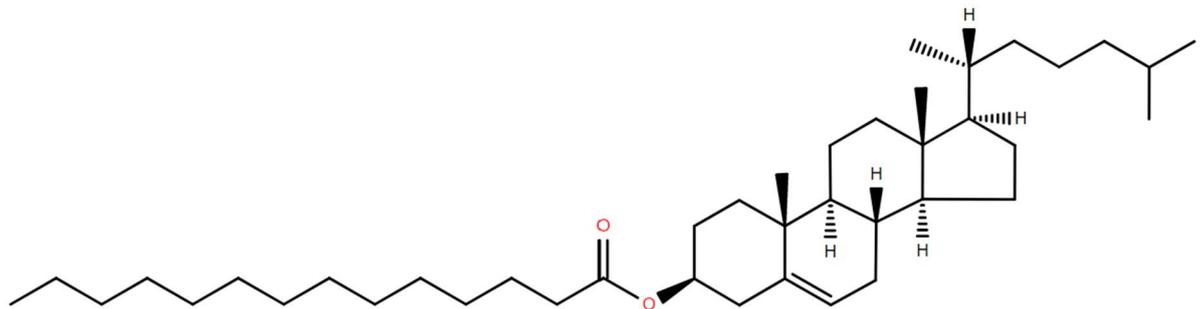
Concernant les phospholipases, qui clivent les phospholipides :

- La phospholipase A1 coupe un phospholipide en C1 du glycérol
- La phospholipase A2 coupe un phospholipide en C2 du glycérol
- La phospholipase C clive un phospholipide en DAG et acide phosphorique + composant organique (sérine, éthanolamine etc...)
- La phospholipase D clive un phospholipide en acide phosphatidique et un composant organique (sérine, éthanolamine etc...)

Et concernant les lipases, qui clivent les TAG :

- Les lipases gastriques et pancréatiques hydrolysent les TAG en position 1 et 3
- Les lipases intestinales hydrolysent les TAG en position 2.

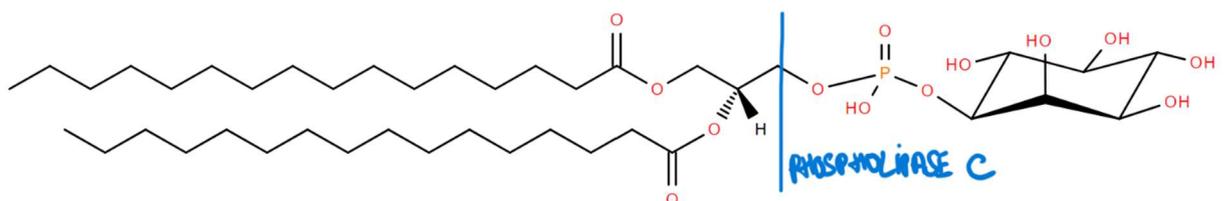
Et pour finir, « le lipide 1 estérifié avec un acide myristique » est un cholestérol (lipide 1) estérifié avec un acide gras : c'est un ester de cholestérol. Je vous mets cet ester ci-dessous pour ceux qui n'arrivent pas à le visualiser. (un ester de cholestérol est une molécule obtenue par l'estérification du OH en C3 du cholestérol et le COOH d'un AG).



Ester de cholestérol.

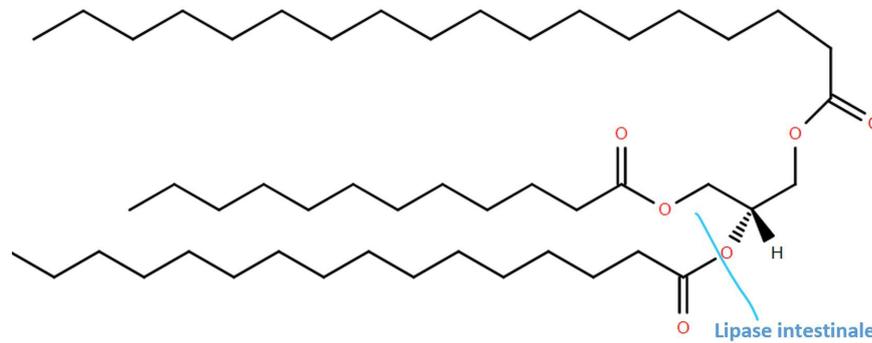
Les lipides analysés dans cette CCM sont donc :

- « Le lipide 1 tel quel » = Cholestérol
- « le lipide 1 estérifié avec un acide myristique » = Ester de cholestérol
- « le lipide 2 » = Phosphatidylcholine
- « le lipide (comportant le glycérol) issu de l'action d'une phospholipase C sur le lipide 3 » = DAG



Phosphatidylinositol clivé par une PLC (PL=phospholipase).

- « le lipide libéré par l'action d'une **phospholipase-A2 lipase intestinale** sur le lipide 5 (la partie à plus faible poids moléculaire) » = acide palmitique



TAG clivé par une **PLA2 lipase intestinale**.

On a donc dans l'ordre décroissant d'apolarité : Esters de cholestérol > Acide palmitique > Cholestérol > DAG > Phosphatidylcholine

Et à partir des résultats de la CCM, on voit que du plus apolaire au moins apolaire on a : B>A>C>E>D.

Ainsi, on a :

- Acide palmitique
- Ester cholestérol
- Cholestérol
- Phosphatidylcholine
- DAG

A VRAI Le lipide A est un acide palmitique (16:0). En HPLC, le temps de rétention diminue avec le nombre d'insaturations. Ainsi, l'acide palmitique a bien un temps de rétention supérieur à l'acide palmitoléique (16:1) en HPLC.

B VRAI Le lipide B est bien un ester de cholestérol. Le rapport frontal (Rf) est le rapport entre la distance parcourue par le lipide et le solvant. Plus le Rf est proche de 1, plus le lipide en question a migré loin (plus il était apolaire).

C FAUX Le lipide C est le cholestérol, précurseur des esters de cholestérol, des acides biliaires, des stéroïdes et de la vitamine D (et non A).

D FAUX Le lipide D est une PC, autrement appelée lécithine. Les céphalines sont les PS et les PE.

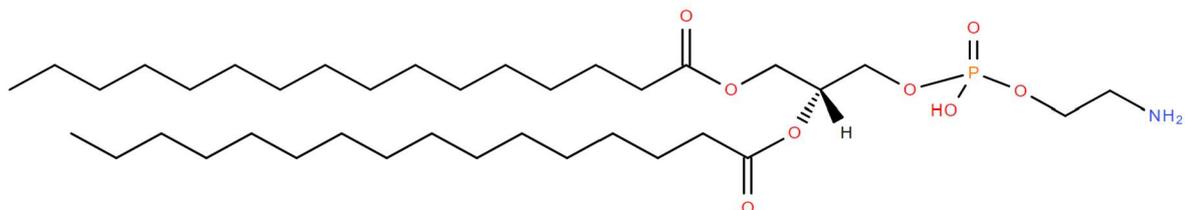
E VRAI Le lipide E est un DAG, et comme vu précédemment, il sert de second messager dans l'activation de la PKC.

DL LIPIDES

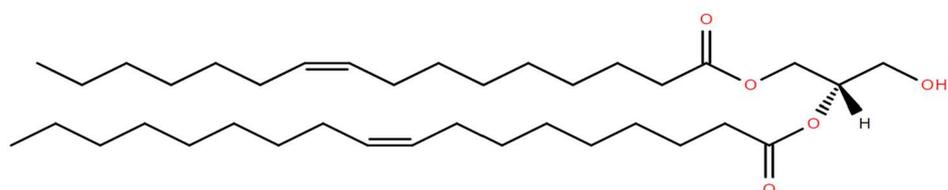
Énoncé commun aux questions 1 et 2 :

Soient les 5 lipides suivants :

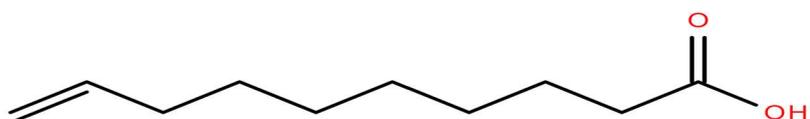
Lipide 1 :



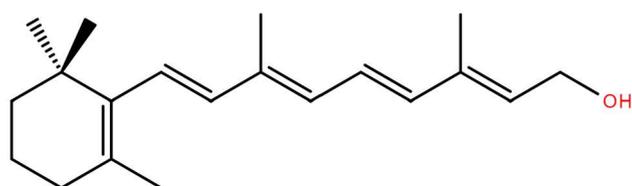
Lipide 2 :



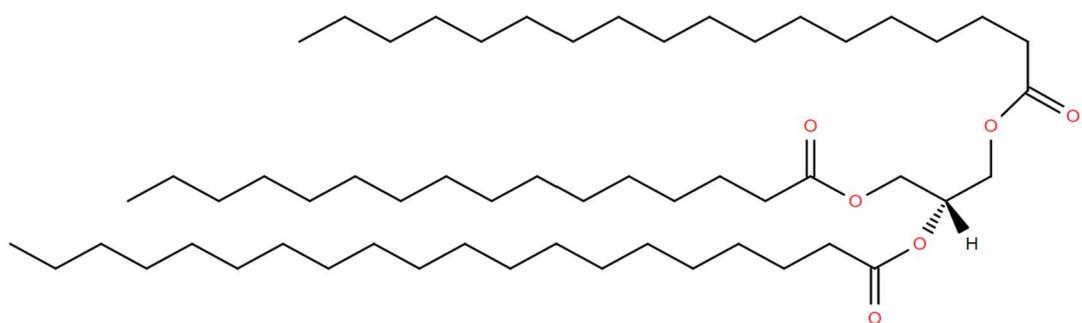
Lipide 3 :



Lipide 4 :



Lipide 5 :



Le lipide 3 est l'acide caproléique, le lipide 4 appartient à la famille des vitamines A.

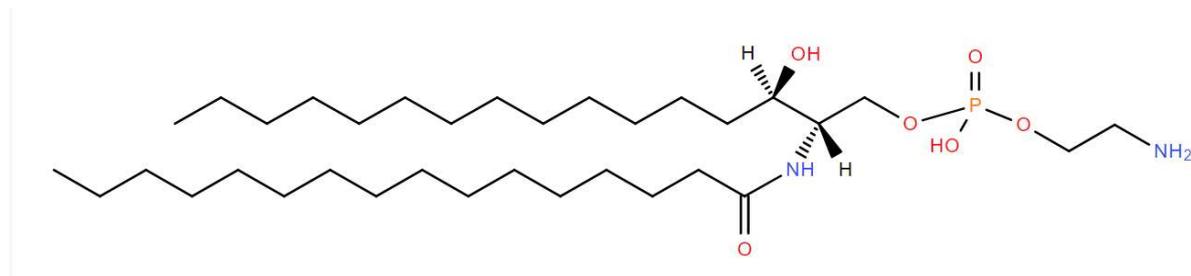
Question 1 – Vous avez dit nomenclature ? :

Choisissez-la ou les réponses correctes :

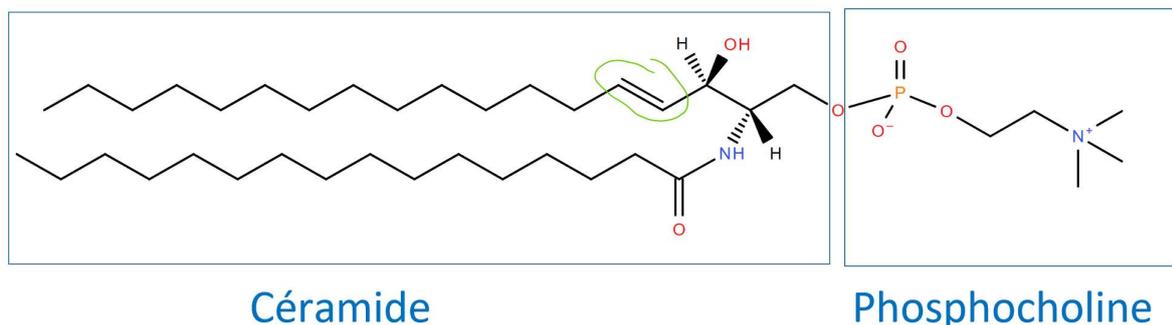
- A. Si le lipide 1 possédait une céramide à la place du DAG actuel, on obtiendrait un composant de la gaine de myéline.
- B. Tous les lipides sauf le lipide 1 sont des homolipides.
- C. Le lipide 3 a pour nom systématique l'acide 10-décénoïque.
- D. Le lipide 4 est l'acide rétinoïque, un corps à chaîne isoprénique.
- E. Le lipide 5 est un TAG hétérogène.

A FAUX Le composant de la gaine de myéline se réfère à la sphingomyéline, aussi appelée sphingophosphocholine (céramide + phosphocholine). Or, on a ici une phosphatidyléthanolamine (PE).

A partir de notre lipide 1, en remplaçant le DAG actuel en une céramide, on obtiendrait donc un lipide du type « céramide + phosphoéthanolamine », donc une « sphingophosphoéthanolamine ». Cette dernière n'existe pas en réalité (pas du tout à savoir, c'est juste pour vous expliquer pourquoi il n'y a pas d'insaturation trans caractéristique de la sphingosine ci-dessous), la molécule la plus proche de ce qu'on peut obtenir est la molécule suivante :



Voici en comparaison une sphingomyéline :



Sphingomyéline.

B VRAI Les homolipides, aussi appelés lipides simples, sont les lipides constitués uniquement des atomes C, H et O.

C FAUX On observe une longue chaîne carbonée avec une fonction carboxylique : on est face à un acide gras, et on aura donc une nomenclature de la forme « acide -noïque » (à bien différencier du nom commun « acide caproléique » que je vous ai indiqué).

Comptons d'abord le nombre de carbone : il y a en 10. On aura donc un préfixe alcane « déca ». Néanmoins, on remarque une insaturation : c'est donc un alcène, et le préfixe devient alors « décén ». On aura donc quelque chose du type « acide décénoïque ».

En nomenclature systématique, on compte les insaturations à partir du carbone de la fonction carboxylique COOH, ainsi l'insaturation n'est pas en position 10 mais en position 9. De plus, il faut bien spécifier le type d'insaturation : ici une insaturation trans. C'est donc un **acide trans-9-décénoïque**.

Je vous remets les tableaux du cours pour que vous puissiez faire le lien avec les nomenclatures des AG que vous connaissez.

	Nom commun	Nom systématique	Symbole	Origine	Remarques
12	Acide Laurique	n-dodécanoïque	(12:0)	Laurier	Huiles, graisses animales et végétales
14	Acide Myristique	n-tétradécanoïque	(14:0)	Myrte	
16	Acide Palmitique	n-héxadécanoïque	(16:0)	Palme	
18	Acide Stéarique	n-octadécanoïque	(18:0)	Suif	
20	Acide Arachidique	n-icosanoïque	(20:0)		

Nomenclature systématique des acides gras saturés.

nC	nb C=C	Nom commun	Nom systématique	Symbole	Série	Remarques
16	1	Acide Palmitoléique	cis-9-hexadécénoïque	(16:1) ^{A9}	ω7	Très répandu
18	1	Acide Oléique	cis-9-octadécénoïque = 9Z-octadécenoic acid	(18:1) ^{A9}	ω9	Abondant Huile d'olive
18	2	Acide Linoléique	cis-9 cis-12-octadécadiénoïque = 9Z, 12Z -Linoleic acid	(18:2) ^{A9,12}	ω6	Huile de lin, graines
18	3	Acide α-Linolénique	tout cis-9,12,15-octadécatriénoïque = 9Z, 12Z, 15Z - octadécatrienoic acid	(18:3) ^{A9,12,15}	ω3	Graines, huiles de poisson
18	3	Acide γ-Linolénique	tout cis-6,9,12-octadécatriénoïque	(18:3) ^{A6,9,12}	ω6	Isomère de position du α
20	4	Acide Arachidonique	tout cis-5,8,11,14-icosatétraénoïque	(20:4) ^{A5,8,11,14}	ω6	Animaux

Nomenclature systématique des acides gras insaturés.

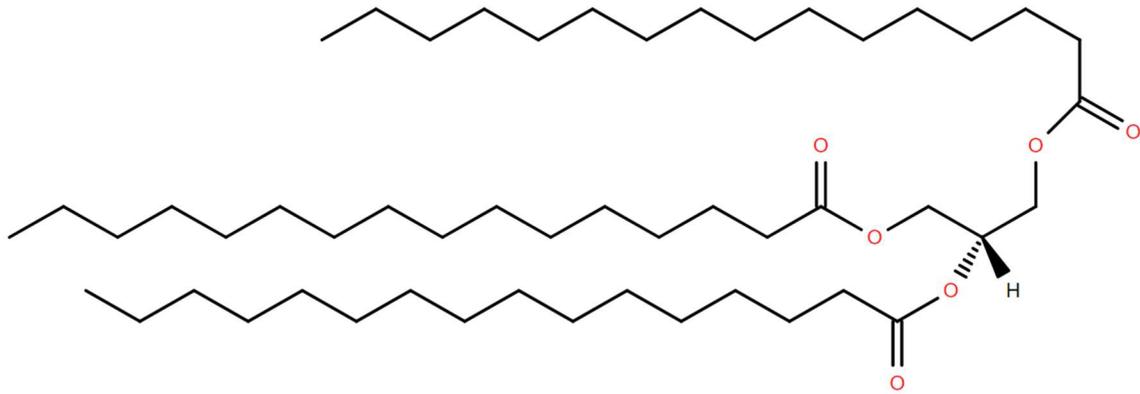
D FAUX Le lipide 4 est une vitamine A et a donc bien comme préfixe « rétin ». Cependant, entre rétinol, rétinal et acide rétinoïque, ici il s'agit d'un rétinol !

Pour rappel :

- rétinol : alcool
- rétinal : aldéhyde
- acide rétinoïque : acide carboxylique

E VRAI Attention à bien différencier homolipide (=lipide simple, atomes CHO) / hétérolipide (=lipide complexe, atomes CHONP) et TAG homogène et hétérogène.

Un TAG est dit homogène si les trois acides gras estérifiées au glycérol sont identiques.



TAG homogène.

Ici on a un TG(16:0/20:0/18:0), c'est donc bien un TAG hétérogène.

Question 2 – Regardons tout ça de plus près :

Pour les items nécessitant des calculs, on arrondira les résultats à l'unité.

Les masses molaires usuelles sont :

H : 1 g/mol ; O : 16 g/mol; C : 12 g/mol; K : 39 g/mol; I : 127 g/mol

Choisissez-la ou les réponses correctes :

- L'indice d'iode du lipide 2 correspond à peu près à la moitié de son indice de saponification.
- La température de fusion de l'acide gras libéré par l'action de la phospholipase A1 sur le lipide 1 est inférieure à celle de l'acide gras libéré par une lipase gastrique (ne clivant pas en position 3) sur le lipide 2.
- On digère à présent tous nos glycérolipides avec des lipases intestinales et le lipide 1 par la phospholipase A2.
- On analyse les acides gras libres obtenus en HPLC. L'ordre croissant du temps de rétention est : lipide 3, résidu du lipide 1, résidu du lipide 2, résidu du lipide 5.
- Chez l'animal, l'action successive d'une $\Delta 12$ -désaturase et d'une $\Delta 15$ -désaturase sur le résidu du lipide 2 donne de l'acide γ -linoléique.

A VRAI Item difficile et très chronophage j'en ai bien conscience, mais si vous avez réussi, ces deux indices n'ont plus de secret pour vous ! Pour une fois, il fallait ici directement calculer ces indices, il n'y a aucune inconnue dans les deux formules.

Pour rappel :

$$I_s = (M(\text{KOH}) * \text{nombre d'estérifications} * 1000) / M(\text{DAG})$$

$$I_i = (M(I_2) * \text{nombre d'insaturations} * 100) / M(\text{Corps gras})$$

On a ici un DAG, avec un acide palmitoléique (16:1) et un acide oléique (18:1).

Ainsi dans notre cas :

$$M(\text{DAG}) = M(\text{acide palmitoléique}) + M(\text{acide oléique}) + M(\text{glycérol})$$

$$\text{Et } M(\text{Corps gras}) = M(\text{acide palmitoléique}) + M(\text{acide oléique})$$

On applique donc les deux formules ci-dessous :

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

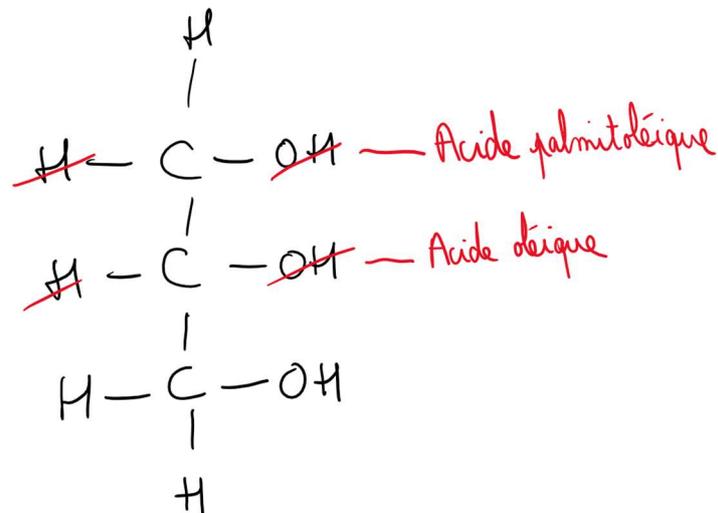
$$M(\text{AGS}) = 12n + 2n + 32$$

Ainsi :

$$M(\text{acide palmitoléique}) = 12 \cdot 16 + (2 \cdot 16 - 2 \cdot 1) + 32 = 254 \text{ g/mol, avec } n=16 \text{ et } X=1$$

$$M(\text{acide oléique}) = 12 \cdot 18 + (2 \cdot 18 - 2 \cdot 1) + 32 = 282 \text{ g/mol, avec } n=18 \text{ et } X=1$$

Quant à M(glycérol), on a ici un DAG, il y a donc 2 estérifications, et il faut donc penser à éliminer la masse moléculaire de 2 molécules d'eau du poids moléculaire initial du glycérol.



$$\text{On a donc : } M(\text{glycérol}) = 3 \cdot 12 + 16 + 4 \cdot 1 = 56 \text{ g/mol}$$

Et donc :

$$M(\text{DAG}) = 254 + 282 + 56 = 592 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{Corps gras}) = 254 + 282 = 536 \text{ g/mol}$$

On peut maintenant calculer I_s et I_i :

$$I_s = (56 \cdot 2 \cdot 1000) / 592 \approx 189$$

$$I_i = (254 \cdot 2 \cdot 100) / 536 \approx 95$$

On a $I_s / I_i \approx 0.5$, l'item est donc vrai ☺

B FAUX Item faisant appel à deux notions : enzymes et température de fusion.

Pour rappel, (beaucoup de répétitions du verbe « cliver » en vue, désolée) les phospholipases clivent les phospholipides tandis que les lipases clivent les acylglycérols. Les lipases gastriques clivent normalement les TAG en position 1 et 3, mais il était spécifié ici qu'elle ne clivait pas en 3 (étant donné que le lipide 2 est un DAG). Ainsi, la phospholipase A1 et la lipase gastrique de l'item clivaient au même endroit : en position 1 du glycérol.

On a donc :

- A partir du lipide 1 : la libération d'un acide palmitique (16:0)
- A partir du lipide 2 : la libération d'un acide palmitoléique (16:1)

On peut donc transformer l'item en « La température de fusion de l'acide palmitique (16:0) est inférieure à acide palmitoléique (16:1). »

La température de fusion augmente avec le nombre de carbones (ici identique entre les deux AG) et diminue avec le nombre d'insaturations.

La température de fusion de l'acide palmitique est donc supérieure et non inférieure à celle de l'acide palmitoléique.

C VRAI

Partie de la correction commune aux items CDE

Comme tout à l'heure, les deux enzymes clivent finalement toutes les deux au même endroit : en position 2 du glycérol.

On a donc :

- A partir du lipide 1 : acide palmitique (16:1)
- A partir du lipide 2 : acide oléique (18:1)
- A partir du lipide 5 : acide arachidique (20:0)
- Et le lipide 3 : acide caproléique trans(10:1)
- (je ne vous mets pas le rétinol car je ne l'ai pas mentionné dans les items C, D et E)

Correction de l'item C

On analyse les acides gras libres obtenus en HPLC. On se rappelle alors qu'en HPLC le temps de rétention :

- Augmente avec le nombre de carbones
- Diminue avec le nombre d'insaturations
- Une insaturation cis équivaut à un moins de 2 carbones, et une trans encore moins (je considère personnellement comme un 1 carbone)

Ainsi, ici on a en convertissant pour permettre la comparaison entre AGS et AGI (et uniquement pour ça !!!) :

- A partir du lipide 1 : acide palmitique (16:1) \square (14+:0)
- A partir du lipide 2 : acide oléique (18:1) \square (16+:0)
- A partir du lipide 5 : acide arachidique (20:0) \square (20:0)
- Et le lipide 3 acide caproléique trans(10:1) \square (9:0)

On a donc dans l'ordre de temps de rétention :

1. Acide caproléique
2. Acide palmitique
3. Acide oléique

4. Acide arachidique

L'ordre croissant du temps de rétention est donc bien : lipide 3, résidu du lipide 1, résidu du lipide 2, résidu du lipide 5.

D VRAI Même démarche que l'item précédent, mais avec cette fois une CPG.

En CPG, le temps de rétention :

- Augmente avec le nombre de carbones
- Augmente avec le nombre d'insaturations
- Une insaturation cis équivaut à un moins de 2 carbones, et une trans encore moins (je considère personnellement comme un 1 carbone)

Ainsi, en convertissant :

- A partir du lipide 1 : acide palmitique (16:1) \square (18:0)
- A partir du lipide 2 : acide oléique (18:1) \square (20:0)
- A partir du lipide 5 : acide arachidique (20:0) \square (20:0)
- Et le lipide 3 : acide caproléique trans(10:1) \square (11:0)

On a donc dans l'ordre de temps de rétention :

1. Acide caproléique
2. Acide palmitique
3. Acide oléique
4. Acide arachidique

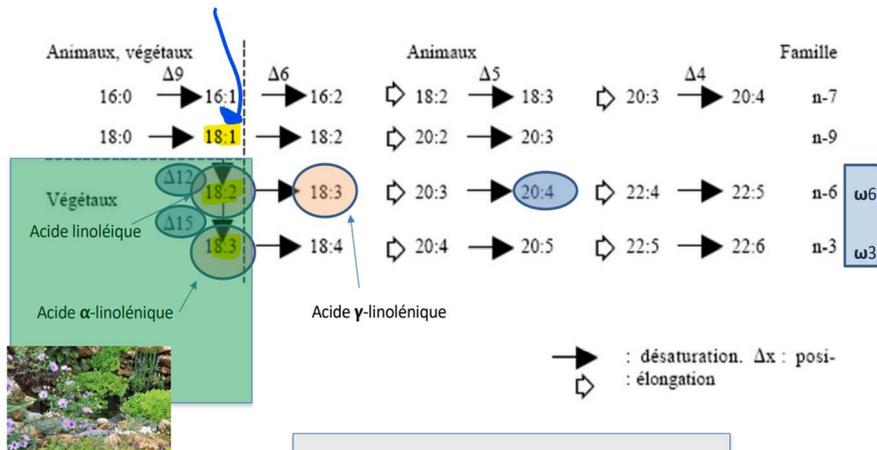
L'ordre croissant du temps de rétention est donc pour une fois identique à celui en HPLC : lipide 3, résidu du lipide 1, résidu du lipide 2, résidu du lipide 5

E FAUX L'item est ici doublement faux.

Premièrement, les $\Delta 12$ -désaturases et $\Delta 15$ -désaturases sont absentes chez l'animal, ce qui explique pourquoi chez l'homme (entre autres) les $\omega 3$ (Acide α -Linoléique) et $\omega 6$ (Acide Linoléique) sont des acides gras essentiels (=non synthétisables par l'homme).

Deuxièmement, le résidu du lipide correspond à un acide oléique (cf correction item C), qui a une insaturation en $\Delta 9$. Ainsi, après l'action des $\Delta 12$ -désaturases et $\Delta 15$ -désaturases, on obtient effectivement un (18:3), mais avec des insaturations en $\Delta 9,12,15$. C'est donc un acide α -Linoléique ($\Delta 9,12,15$) et non un acide γ -Linoléique ($\Delta 6,9,12$).

Acide Gras Insaturés : rôle des désaturases



Chez les animaux: Pas de $\Delta 12$ ni de $\Delta 15$
 (nécessaire pour oméga 6 et 3)

Action des désaturases.