

RESOLUTION QCM

B-OXYDATION D'UN AG C16 :2 (DELTA 9, DELTA 12)

Alors ici ton **AG est un acide gras C16 : 2 (delta 9,delta 12)**.



Ici tu as donc plusieurs informations :



Ton acide gras est **un acide gras pair (C16)**



Ton acide gras est **insaturé (c'est à dire qu'il comporte des doubles liaisons, des insaturations)** est possède 2 insaturations en position **delta 9 et delta 12**.



Ici cependant la position des insaturations a son importance :

En effet tu remarques que tu as une **double liaison sur un carbone pair (12)** et une **double liaison sur un carbone impair (9)**.



Petite règle générale pour t'aider à résoudre ce type de QCM rapidement :



Pour une **insaturation sur un carbone impair** : on **enlève un FADH2** au bilan total



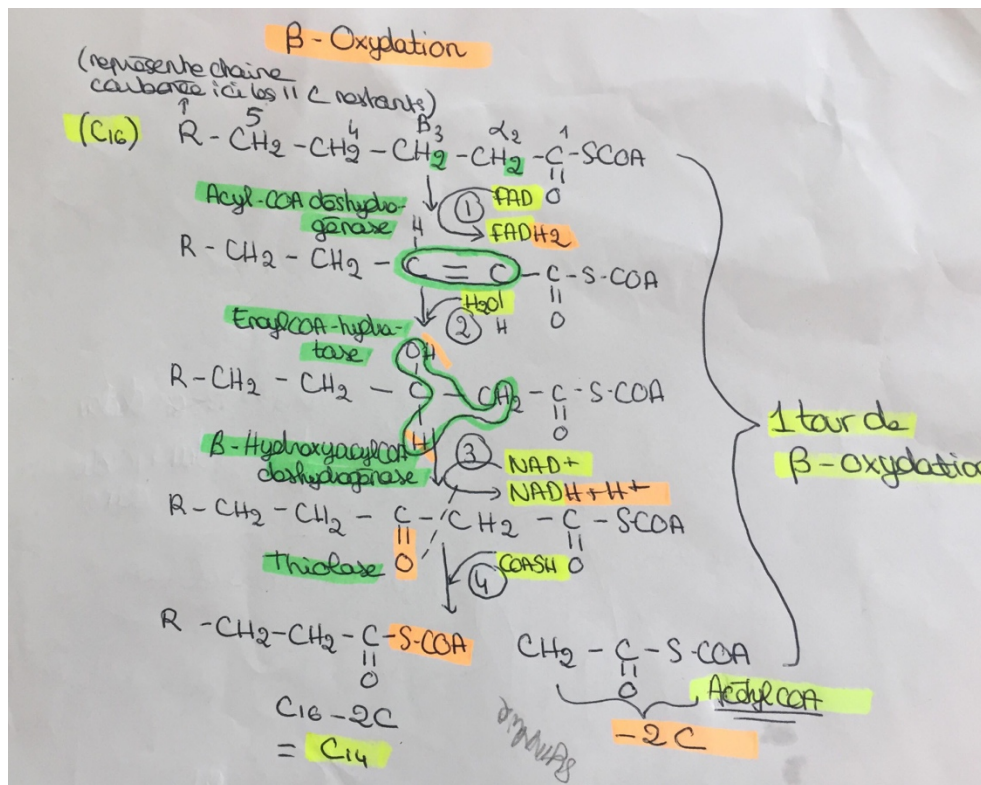
Pour une **insaturation sur un carbone pair** : on **ajoute un NADP+** au bilan total (qui n'aura aucune influence car ce dernier ne sert à rien dans le bilan)



Maintenant pour que tout soit vraiment clair on va faire un récapitulatif sur la B-oxydation classique et ensuite on la verra pour l'AG de l'exercice en question :




Donc voici ci-dessous un schéma pour t'aider à un peu mieux visualiser (avec plus de détails) :




➔ 1) Lors de cette première étape catalysée par l'**AcylCoa déshydrogénase** va se former une double liaison entre C2 (appelé alpha) et C3 (appelé beta). Pourquoi se forme-t-il une liaison à cet endroit ? Et bien tout simplement car cette enzyme "**déshydrogénase**" va enlever des **H comme son nom l'indique**, et les "**mettre sur le FAD**", permettant ainsi de passer du FAD au FADH₂. Un **H est donc enlevé sur le carbone alpha et un autre sur le carbone beta** de ce fait chacun de ces deux carbones a perdu un H, de ce fait **un carbone faisant obligatoirement 4 liaisons**, il va donc y avoir **l'apparition d'une double liaison entre C2-C3**.

⚠ **Cependant attention très important pour la suite** : cette enzyme l'**Acyl Coa deshydrogénase** ne peut introduire une **double liaison trans** qu'entre le C2 et le C3 c'est à dire, uniquement **entre le carbone alpha et beta**.


➔ 2) Lors de cette deuxième étape catalysée par l'**Enoyl Coa hydratase** on hydrate, on ajoute une molécule d'eau H₂O au sein de la molécule précédemment obtenue (cf schéma ce qui est entouré vient du H₂O). La **conséquence principale** de cela est qu'on **obtient un groupement OH et qu'on ajoute un H à l'un des carbones impliqués dans la double** liaison de ce fait **pour respecter la règle des 4 liaisons du carbone la double liaison créée précédemment "disparaît"**.

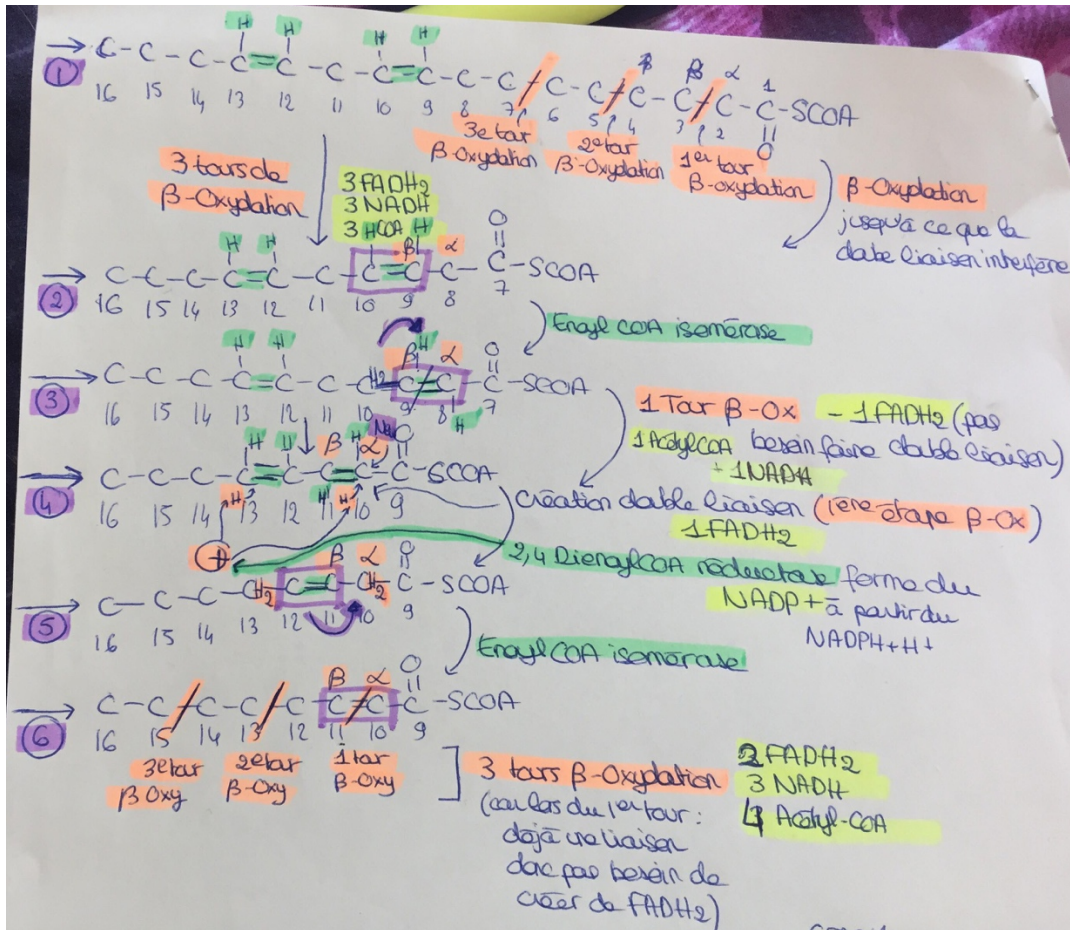
 3) Lors de cette troisième étape catalysée par la **B-HydroxyacylCoa déshydrogénase** on enlève **deux H** (comme dans l'étape 1) cependant cette fois ci **ces derniers seront " mis" sur le NAD**, lui permettant ainsi de devenir du NADH+H. Suite à ce retrait de deux H, on se retrouve **avec un carbone ne faisant que 3 liaisons (2 avec les carbones adjacentes, 1 avec le O restant** (provenant précédemment de l'H₂O) de ce fait pour **respecter la règle des 4 liaisons** le carbone va faire une double liaison avec cet oxygène.

 4) Enfin, quatrième et dernière étape catalysée par la **Thiolase ou acétyl Coa acétyl transférase**. En fait **les différentes opérations ont permis la création d'une liaison plus fragile entre le carbone alpha et beta** .De ce fait cette enzyme permettra **de cliver le B-cetoacylCOA** (molécule prise en charge par la Thiolase avec le C double liaison O) afin **de libérer un acétyl coa** ainsi qu' **un AG avec 2 carbones en moins**.

En fait à **chaque tour de B-oxydation on coupe un acétyl Coa**. Or un **acétyl coa**(cf schéma) est une molécule **contenant 2 carbones** c'est pourquoi on dit **qu'a chaque tour on enlève 2C**. Donc au début de l'étape 4 on a une très grande molécule résultat des changements des trois premières étapes, et en fait **le but de cette dernière étape et de cliver, de couper cette grande molécule** mais on ne peut pas le faire n'importe comment ni n'importe où. **On coupera encore une fois entre le carbone alpha et beta** (là où la liaison est fragilisée) de ce fait ici **à droite**(schéma) on libère une **molécule d'acétyl-coa** et de **l'autre côté on aura le reste de la molécule initiale (-2 carbones qui sont ici passés à droite)** sur lequel **on rajoutera un COASH** pour **pourvoir une nouvelle fois engager l'AG formé dans un nouveau cycle de b oxydation**.



Ici il s'agissait de la version classique maintenant **parlons de l'exemple avec C16 : 2 (delta 9, delta 12)** représenté ci-dessous (attention bien évidemment **il manque des H que je n'ai pas représenté car ce n'était pas le sujet aujourd'hui**) 



1) Au début **aucun problème je peux enchaîner mes 4 étapes de la B-oxxydation** tranquillement (création de **double liaison en C2,C3 + hydratation+deshydrogénase+Thiolase** permettant **le clivage de la liaison entre C2-C3 raccourcissant l'AG restant de 2C** (car **on libère un acétyl coa donc 2C** à la fin de chaque tour de b-oxxydation, sauf **la dernière étape du dernier tour de B oxxydation** d'une molécule où pour un AG pair on libère **2 AcétylCoa**.

➔ **Donc : l'AG après le premier tour de B-oxxydation a perdu 2C** il s'agit donc d'un **C14** maintenant.

➔ Ensuite n'oublions pas **qu'après avoir cliver on obtient un acétyl coa** et on rajoute un **COA sur le bout de chaîne restante** c'est à dire ici le **C3** (non représenté ici). Ici encore à partir de ce **"nouveau bout"** vont s'effectuer **les 4 étapes de la B oxxydation** (toujours entre **C2-C3** mais le nouveau C2-C3 étant donné que la molécule précédente a été clivé on peut donc dire entre ce qui correspondait à l'ancien C4 et C5).

➔ **Donc l'AG après le deuxième tour de B-oxxydation a perdu encore 2C** (classique) il s'agit

donc d'un **C12**.

➡ **Enfin même principe:** on clive **on rajoute un COA sur le bout de chaîne restante**, on effectue les **4 étapes entre le nouveau C2-C3 ici l'ancien C6-C7** de la molécule initiale. (je te conseille de bien regarder le schéma en lisant les applications chaque trait oblique correspondant aux coupures liés à la thiolase : **attention ne pas confondre avec thiokinase**

➡ Donc l'AG **après le troisième tour de B-oxydation** a perdu encore **2C** il s'agit donc d'un **C10**.

🤓 **Petite conclusion :** Etant donné **que chaque tour de B-oxydation** produit donc **1 FADH₂, 1NADH+H+ et un acétyl coa** (sauf la dernière étape du dernier tour de la B-oxydation globale d'un AG) on peut donc conclure qu'après **3 tours de B-oxydation on a produit 3FADH₂, 3 NADH+H+ et 3 acétyl Coa**.


🏠 **2)-3)** Ici **après la coupure on a dit que je rajoutais un COA** sur le bout de chaîne restante et qu'on pouvait **de nouveau recommencer un nouveau tour de B-oxydation entre le C2 et le C3**. Ici on pourrait se dire top dans ce cas **nous avons déjà une double liaison** (plus besoin d'étape 1 continuons juste les autres étapes nous gagnerons du temps). Alors certes **nous n'aurons pas besoin de l'étape 1 ici malheureusement cette double liaison existe mais n'est pas utilisable telle quelle**. En effet, elle **n'est pas bien positionnée** elle n'est pas située entre le carbone alpha et beta : ici on utilise donc **une nouvelle enzyme : l'Enoyl Coa isomérase**. En effet, cette **enzyme ne crée pas de liaisons elle déplace tout simplement cette liaison au bon endroit**, plus globalement d'un carbone impair vers un carbone pair :ici **déplacement de la double liaison en C3-C4 vers C2-C3** (cf schéma).


🤓 **Petite conclusion :** Étant donné **qu'ici la double liaison était déjà là pas besoin de la créer** (donc pas de **première étape de B-oxydation** : permettant elle même de créer une double liaison) **donc pas de production de FADH₂ = -1 FADH₂**).Cependant nous avons eu besoin d'une **isomérase pour la positionner correctement**. En effet, du moment que **notre double liaison** (normalement issu de l'étape 1) est bien positionnée **on peut dans ce cas enchaîner l'étape 2,3,4 avec toujours cette dernière étape conduisant au clivage d'un acétyl coa et d'une molécule restante avec C-2** (soit **C8**) et l'ajout du COA-SH sur la partie de la molécule restante (ici ancien carbone 9 par rapport à la molécule initiale). Dans ce cas ici **on produit 1 NADH+H+, pas de FADH₂ (la double liaison était déjà là pas besoin de la créer),1 Acétyl coa**.


🏠 **4)-5)** On se retrouve **près de l'extrémité droite sans double liaison on va donc en créer une** (**étape 1 de la B-oxydation**) et donc **continuer classiquement nos étapes de B-**


Oxydation. Ici on crée **donc une double liaison toujours entre le alpha (C2) et le beta (C3) de la nouvelle molécule formée**. Donc **1ère étape de la B-Oxydation = formation d'un FADH2**. Cependant **ici le tour de B-oxydation ne pourra pas aller plus loin du moins tel quel**.


 **Pourquoi ?**

 **En fait:** dans l'organisme les **AG polyinsaturés** (comportant plusieurs doubles liaisons) **naturellement synthétisés par l'organisme ont des doubles liaisons en position malonique** (cf cours de lipides) c'est à dire **obligatoirement séparés par 3C**.

 **Cependant on remarque ici que :** suite à des **déplacements de liaisons par l'enoyl coa isomérase etc on peut se retrouver avec 2 doubles liaisons consécutives séparées par 2 carbones seulement** (ici une insaturation en **C2-C3** et une en **C4-C5**). Et en fait si tu veux les enzymes de la B-Oxydation du moment que la **structure de ton AG est anormale, non malonique elles ne pourront pas agir et continuer tranquillement les autres étapes** de ta B-Oxydation. C'est **pourquoi pour pouvoir continuer** les tours de B-oxydation malgré cet obstacle intervient **la 2,4 DienoylCoa réductase qui formera du NADP+ à partir de NADPH+H+**.

 **Ici le problème c'était donc :** **les 2 doubles liaisons qui ne sont pas en position malonique de ce fait l'enzyme permettra de passer de 2 doubles liaisons à 1 seule** réglant donc les problèmes de position malonique etc Ici **réductase vient de réduire** : qui veut dire **donner ou gagner des électrons et donc indirectement des H** (étant donné qu'un atome d'hydrogène possède 1 électron notamment). Donc ici l'enzyme **va ajouter deux H au niveau des "extrémités" des doubles liaisons**, et du fait **de la règle des 4 liaisons du Carbone la seule double liaison possible va être "au milieu"**. (cf schéma).

 **5)-6)** Cependant **on ne peut toujours pas agir en effet la seule liaison restante n'est pas encore au bon endroit** c'est à dire pas encore en C2-C3. Il va donc falloir **de nouveau utiliser l'Enoyl-Coa isomérase pour déplacer comme précédemment (étape 2-3) la double liaison de C3-C4 à C2-C3**.

 Une fois cette double liaison enfin en place et plus de double liaison pour gêner, **on peut donc finir le tour de B-Oxydation en enchainant étape 2,3,4** (pas d'étape 1 à ce moment la donc pas de FADH2 formé mais en fait dans le bilan global on fait pas -2FADH2 parce que si tu te rappelles **on a créé un FADH2 pour créer la double liaison (étape 4) qui a ensuite gênée avec l'autre double liaison (C12) car elles n'étaient pas en position malonique**). *Ce tour représente étape 6 le "1er tour de B-Oxydation sur le schéma"*



A la fin de ce tour on a donc créé **1 FADH₂ (étape 4)**, **1 Acétyl COA** et le nombre de carbone de la molécule restante est C-2 **soit 6 carbones C₆**.



On va donc **faire un autre tour de B-oxydation** (selon les mêmes règles qu'au tout début puisqu'il n'y a pas d'obstacle ici) :ici **ce tour comporte bien les 4 étapes de la B-Oxydation** on génère donc **1 FADH₂, 1 NADH+H⁺ et 1 Acétyl COA**. Le nombre de carbone de la molécule restante est encore une fois **C-2 soit 4 carbones C₄**.



Enfin : dernier tour de B-Oxydation : on génère **1 FADH₂, 1 NADH+H⁺ et 2 acétyl coa** (en fait on enlève à chaque fois 2 carbones donc 4-2 (acétyl COA) = 2 : **donc ici on enlève un acétyl coa et la molécule restante est-elle même un acétyl coa d'où 2 Acétyl coa générés à la dernière étape du dernier tour de la B-Oxydation**). Le nombre de carbone de la molécule restante est encore une fois **C-2 soit 2 carbones C₂**(soit un acétyl coa) **la B-Oxydation de cet AG s'arrête donc ici.**



Donc au final :



On a bien **7 tours de B-Oxydation** : (3 au début, 1 au tour après le premier usage de **l'enoyl coa isomérase**, et 3 tours à la fin (6e étape)



On a bien **8 acétyl coa** (3 au début, 1 au tour après le premier usage de **l'enoyl coa isomérase** et 4 à la fin (dernière étape du dernier tour = production de 2 acétyl coa).



On a bien **7 NADH+H⁺** (3 au début, 1 au tour après le premier usage de **l'enoyl coa isomérase**, et 3 tours à la fin (6e étape))



On a bien **6 FADH₂** (3 au début (première étape), 1 à l'étape numéro 4 pour créer la double liaison qui posera problème avec celle de C12 et 2 des 3 derniers tours car le premier des tours de l'étape 6 se base sur la double liaison issu de la **2,4 dienoylCOA réductase et déplacée par l'Enoyl Coa isomérase.**



PS pour bien comprendre :

1) Lire les explications en regardant bien le schéma sinon ce sera incompréhensible

2) Durant les 6 étapes du dessin de l'exemple les numéros ne sont pas actualisés se sont les numéros vis à vis de ta molécule de départ je les ai laissé pour que tu comprennes vraiment à quel endroit on enlève des carbones etc : **cependant quand je te parle de C₂-C₃ à toi de recompter le carbone du C double liaison O et le carbone numéro 1 et en allant vers la gauche tu passes au carbone 2, puis 3 etc.**

3) Sur le schéma je n'ai pas numéroté les tours de B-Oxydation il y en a bien 7 mais j'ai recommencé à partir de 1 lorsqu'il y avait des blocs pour bien montrer les différents moments auxquels on les retrouve