



Fight Club



Extrait

Jack (Edward Norton) et Tyler Durden (Brad Pitt) fabriquent du savon dans la cuisine quand Tyler commence à raconter une histoire datant de l'Antiquité sur la soude. Il prend alors la main de Jack, l'embrasse et projette une quantité de soude en poudre sur la zone humide. S'ensuit une forte réaction sur la peau que Tyler appelle « *brûlure chimique* ». Jack panique et veut utiliser de l'eau pour calmer sa blessure. Mais Tyler le lui déconseille, en précisant même, que cela risquerait d'aggraver la situation. Après quelques instants, Tyler décide de soulager son ami en versant du vinaigre sur la plaie.



Eclairage scientifique

Tyler a raison, c'est une brûlure chimique. Mais qu'est-ce qui la différencie d'une autre? Et qu'est-ce que c'est de la soude?

Une brûlure chimique

La différence entre une brûlure thermique et chimique, est la cause. La première étant la conséquence d'une source de chaleur élevée (eau bouillante, plaque de cuisson, etc.), la deuxième étant provoquée par un produit chimique nocif pour la peau (soude, produits d'entretien, etc.). La gravité de ce type de brûlure dépend de plusieurs aspects concernant le produit et la personne. Par exemple, la nature et la concentration du produit, la superficie et la profondeur de la plaie, mais aussi la zone du corps atteinte, l'âge de la personne, etc.



Un coup de soleil est une brûlure de quel type?



Fight Club (suite)

La soude

L'hydroxyde de sodium, ou plus communément la soude, est un produit chimique commercialisé sous forme solide (pastilles, paillettes, poudre, etc.) ou en solution. Il est fréquemment utilisé dans la fabrication de pâtes à papier et de savons. Egalement connu pour son pouvoir extrêmement corrosif en raison de sa basicité, il est employé comme déboucheur de tuyauterie.



Chimiquement, les molécules de soude, dont la formule est NaOH, sont constituées d'atomes de sodium (Na), d'oxygène (O) et d'hydrogène (H).



Pourquoi la soude est-elle un produit dangereux?



Fight Club (suite)

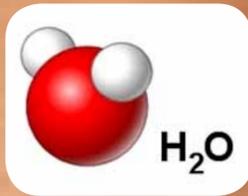
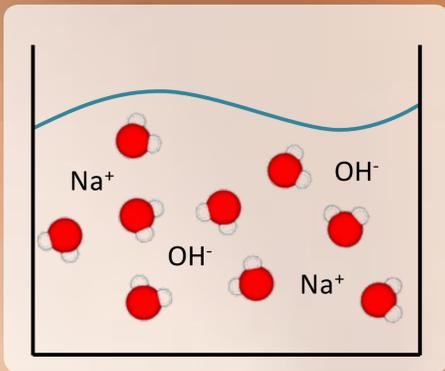


Qu'est-ce qui se cache de scientifique derrière cette blessure?

Trois phénomènes chimiques sont mis en avant...

1 • Dissolution de la soude

Dans l'extrait, Tyler mouille la main de Jack en l'embrassant et jette dessus de la soude. Quand la poudre (solide) rentre en contact avec cette zone humide (liquide), elle se dissout. Par conséquent, les molécules de NaOH se dissocient en ions sodium (Na^+) et des ions hydroxyde (OH^-). Cette dissociation se fait grâce aux molécules du liquide qui interagissent avec les ions de manière à les isoler les uns des autres.



Par exemple, si de la soude est diluée dans de l'eau (formule chimique H_2O), la liaison entre l'atome de sodium et l'atome d'oxygène est rompue. Et les molécules d'eau se placent autour des ions Na^+ et OH^- .

Lorsque les interactions se créent entre les molécules d'eau et les ions, une quantité d'énergie sous la forme de chaleur est libérée. C'est ce qui produit la sensation de chaud sur la peau.



Qu'est-ce qui apparaît lorsque du NaOH est placé dans de l'eau?



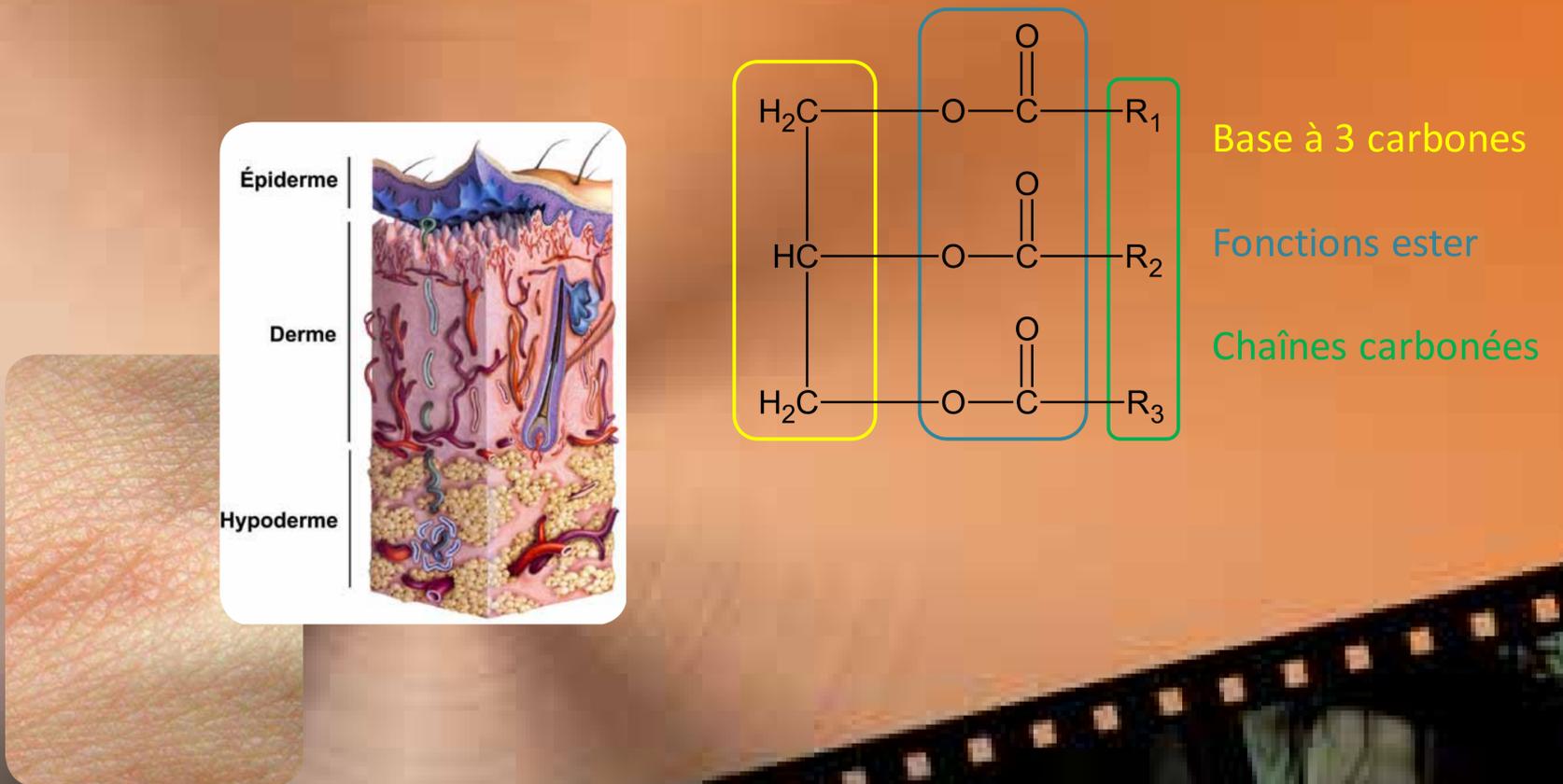
Fight Club (suite)

Alors pourquoi la main de Jack est-elle abimée si la dissolution n'a qu'un effet thermique ?

En réalité, après la libération des ions OH^- par dissociation de la soude, ceux-ci réagissent de manière destructive avec les lipides et les protéines situés dans la peau.

2 • Saponification des lipides

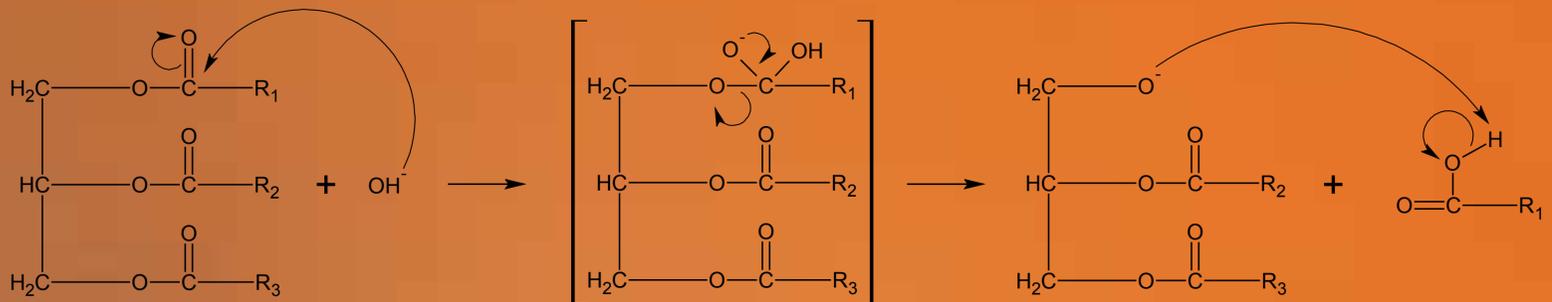
La partie grasseuse de la peau présente des lipides. Une des catégories les plus connues, est celle des triglycérides. Ces molécules sont formées d'atomes de carbone (C), d'hydrogène (H) et d'oxygène (O). Trois carbones constituent la base et chacun est lié à une fonction ester suivie d'une longue chaîne carbonée.



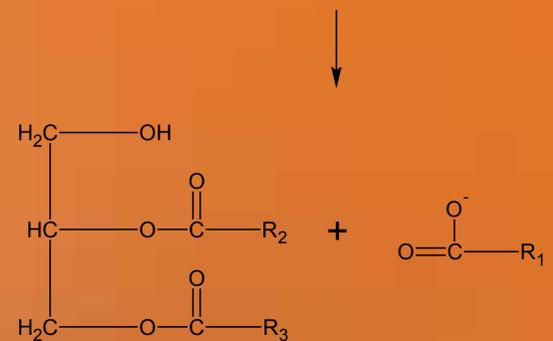
Quel est le nom de la molécule qui va réagir avec la soude ?



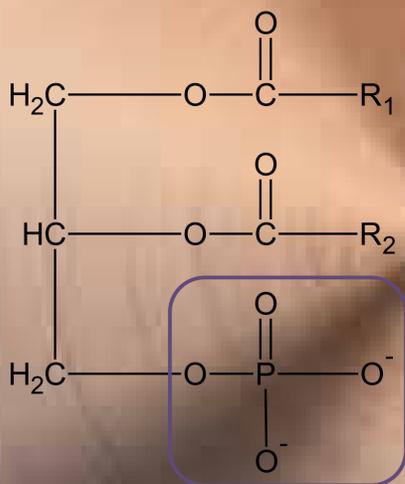
Fight Club (suite)



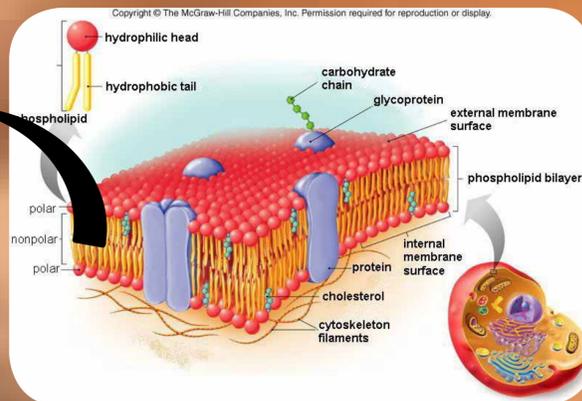
Lorsqu'un ion OH^- rencontre une fonction ester d'un triglycéride, commence une réaction dite de *saponification*. Elle peut se produire sur une (voir schéma ci-dessus), deux ou les trois fonctions à la fois. La conséquence étant la destruction du lipide par la rupture d'une liaison entre l'oxygène de la fonction ester et le carbone auquel il était lié.



D'autres lipides que les triglycérides, peuvent subir la saponification. Par exemple, les phospholipides qui composent les membranes cellulaires. Ceux-ci diffèrent par la présence d'un groupement phosphate qui comporte des atomes d'oxygène et un atome de phosphore (P).



Groupement phosphate



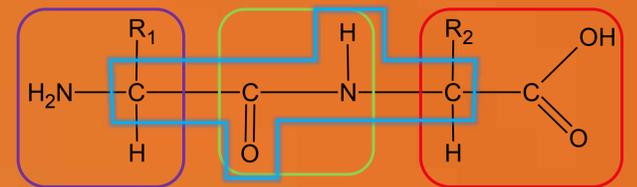
Quelle est une des différences entre un triglycéride et un phospholipide?



Fight Club (suite)

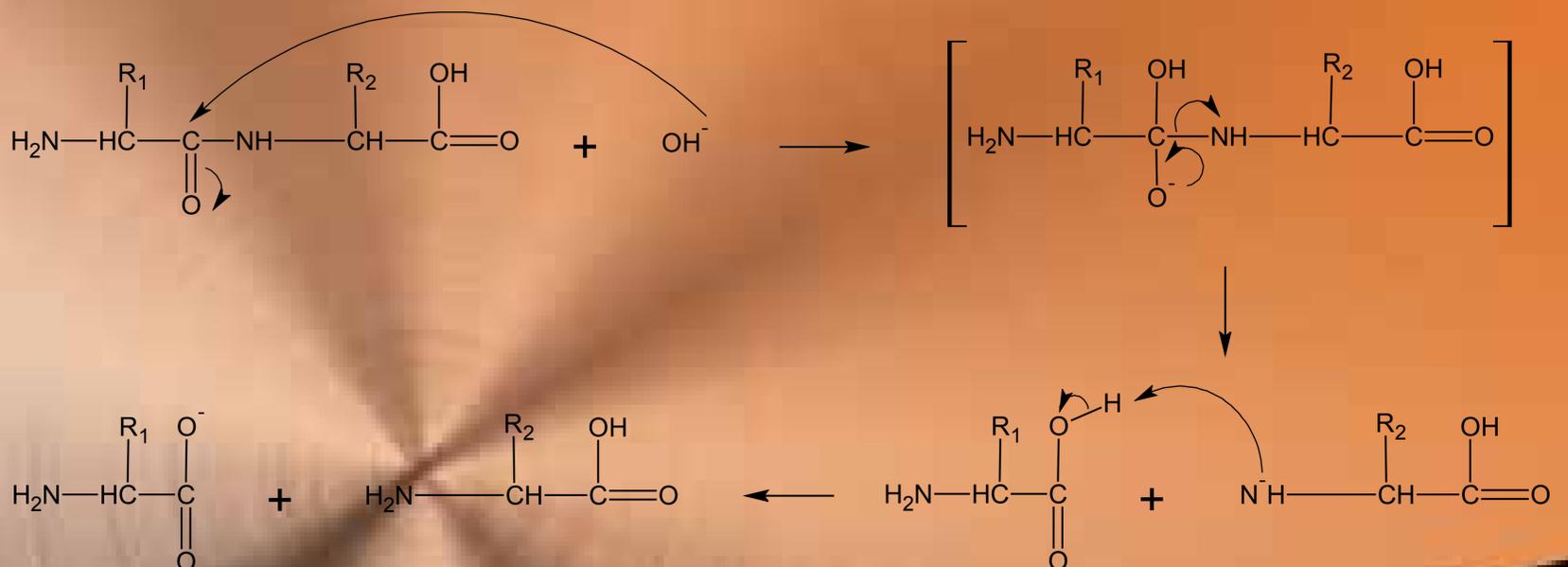
3 • Protéolyse

Les protéines sont des molécules également cellulaires. Elles se forment grâce à des groupements d'atomes, les acides aminés, qui s'attachent entre eux par des liaisons peptidiques. Ce lien se fait entre un atome de carbone et un atome d'azote (N), et apparaît alors une fonction amide.



1^e acide aminé
Liaison peptidique / Fonction amide
2^e acide aminé

La réaction qui se produit entre les ions OH^- et une protéine, s'appelle *protéolyse* (protéo-Protéine, -lyse Rupture). Elle est très similaire à la saponification des lipides à deux exceptions près. Premièrement, il ne s'agit pas d'une fonction ester, mais d'une fonction amide. Et deuxièmement, la protéolyse est moins spontanée en raison de l'azote qui remplace l'oxygène. Ce qui rend la molécule plus stable et donc, moins réactive.



Le résultat de ce phénomène est la rupture du lien peptidique entre le carbone et l'azote, et, par conséquent, la dégradation de la protéine.

Que signifie le terme « hydrolyse »?



Fight Club (suite)



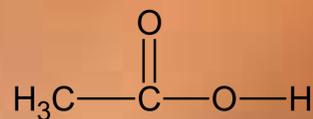
Pourquoi Tyler déconseille Jack de mettre de l'eau sur sa brûlure ?

Si Jack met de l'eau sur sa main, cela signifie qu'il y aurait une quantité de liquide plus importante permettant une meilleure dissolution de la soude. Donc, il y aurait beaucoup plus d'ions hydroxyde et dès lors, beaucoup plus de saponifications des lipides et de protéolyses.

Néanmoins, si Jack fait couler de l'eau de manière à ce qu'elle ne reste pas sur la plaie, il enlève une partie de la soude.

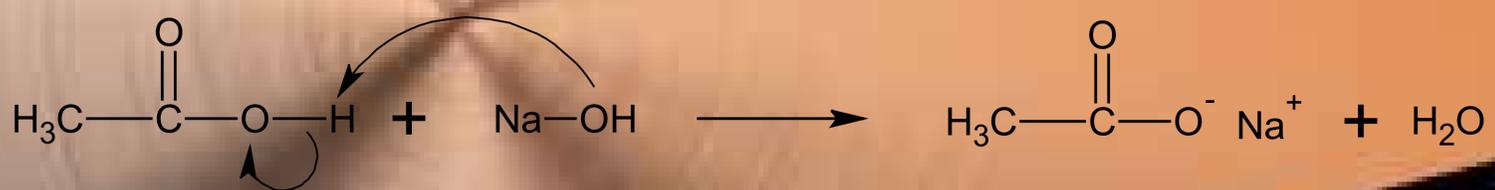
Pourquoi mettre du vinaigre sur la brûlure ?

Le vinaigre est connu pour son acidité (il s'agit essentiellement d'une solution d'acide acétique à 6 – 8 % vol. dans l'eau).



Acide acétique

Or, la soude étant basique, elle peut être neutralisée par une *réaction acide-base*, et ainsi, ne plus réagir avec les lipides et les protéines de la peau.



Quelle est la propriété du vinaigre qui lui permet de réagir avec la soude et, donc, de la neutraliser ?



Fight Club En bref...

La soude, dont la formule chimique est NaOH , a la capacité d'attaquer et de ronger les métaux et les tissus biologiques. Cette caractéristique fait d'elle un produit corrosif qui peut provoquer des brûlures chimiques sur notre peau. Lorsque ceci survient, trois phénomènes chimiques peuvent être mis en avant pour expliquer la blessure.

1 • Dissolution de la soude

Lorsque du NaOH en poudre est placé dans un liquide, il se dissout. C'est-à-dire que la soude va se dissocier en ions sodium (Na^+) et en ions hydroxyde (OH^-). Ce phénomène libère de la chaleur et c'est ce qui provoque la sensation de chaud sur la peau.

2 • Saponification des lipides

Les ions OH^- apparus suite à la dissociation de la soude, vont réagir de manière destructive avec les lipides de la peau. Par exemple, avec les triglycérides qui sont des molécules formées d'atomes de carbone (C), d'hydrogène (H) et d'oxygène (O). Ces lipides sont détruits car la réaction de saponification avec NaOH brise un lien entre deux atomes, et les molécules sont dès lors « cassées ».

D'autres lipides peuvent être détériorés comme les phospholipides situés dans les membranes cellulaires.





Fight Club En bref... (suite)

3 • Protéolyse

La réaction de *protéolyse* est aussi agressive mais envers les protéines cellulaires. Le résultat reste globalement le même que pour la saponification des lipides. Les molécules de protéines sont « cassées » en raison d'une rupture entre deux atomes.

Quelles sont les solutions pour atténuer la douleur?

L'eau

Mettre de l'eau sur la blessure favorise la dissolution de la soude. Par conséquent, l'apparition des ions hydroxydes et donc, la saponification des lipides et la protéolyse.

Néanmoins, si l'eau coule sur la plaie, elle enlève une partie du NaOH.

Le vinaigre

Le vinaigre étant acide et la soude basique, une réaction de neutralisation acide-base peut avoir lieu. Cela permet à la soude de ne plus pouvoir se dissoudre, et donc de ne plus réagir avec les lipides et protéines de la peau.

