

## SV-D-2.1 poly 01

## Grandes familles biochimiques - Lipides

| Squelette carboné            | Structure*                                                                                                                                     | Nom systématique†               | Nom commun (origine)                                                    | Point de fusion (°C) |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 12:0                         | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$                                                                                                     | Acide <i>n</i> -dodécanoïque    | Acide laurique<br>(latin <i>laurus</i> = laurier)                       | 44,2                 |
| 14:0                         | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$                                                                                                     | Acide <i>n</i> -tétradécanoïque | Acide myristique<br>(latin <i>myristica</i> = muscade)                  | 53,9                 |
| 16:0                         | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$                                                                                                     | Acide <i>n</i> -hexadécanoïque  | Acide palmitique<br>(grec <i>palma</i> = palmier)                       | 63,1                 |
| 18:0                         | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$                                                                                                     | Acide <i>n</i> -octadécanoïque  | Acide stéarique<br>(grec <i>stear</i> = graine dure)                    | 69,6                 |
| 20:0                         | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$                                                                                                     | Acide <i>n</i> -eicosanoïque    | Acide arachidique<br>(latin <i>arachis</i> = genre légumineux)          | 76,5                 |
| 24:0                         | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{22}\text{COOH}$                                                                                                     | Acide <i>n</i> -tétracosanoïque | Acide lignocérique<br>(latin <i>lignum</i> , bois + <i>cera</i> , cire) | 86,0                 |
| 16:1( $\Delta^9$ )           | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$                                                                      |                                 | Acide palmitoléique                                                     | -0,5                 |
| 18:1( $\Delta^9$ )           | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$                                                                      |                                 | Acide oléique<br>(grec <i>oleum</i> = huile)                            | 13,4                 |
| 18:2( $\Delta^{9,12}$ )      | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$                                               |                                 | Acide $\alpha$ -linoléique<br>(grec <i>linon</i> = lin)                 | -5                   |
| 18:3( $\Delta^{9,12,15}$ )   | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$                            |                                 | Acide linolénique                                                       | -11                  |
| 20:4( $\Delta^{6,8,11,14}$ ) | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$ |                                 | Acide arachidonique                                                     | -49,5                |

Remarques : A pH=7, les acides gras ont un carboxyle ionisé. Les carbones sont numérotés à partir du groupement carboxyle. Le préfixe *n*- indique une structure non ramifiée

Fig. 1. Les principaux acides gras (pour information) ★

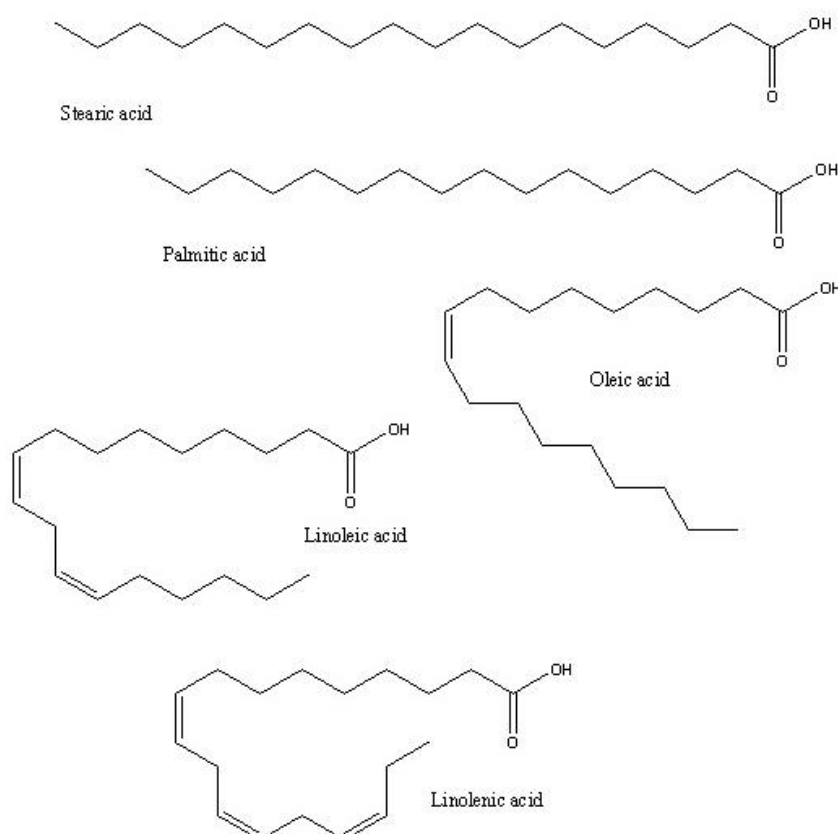


Fig. 2. Représentation chimique de quelques acides gras. ★★

La présence d'une insaturation induit la formation d'un coude dans la chaîne (pour des doubles liaisons *cis*, cas majoritaire des acides gras naturels), et abaisse le point de fusion.

Pour information :

Dans la **nomenclature chimique**, on note les acides en indiquant le nombre de carbone et le nombre d'insaturations, suivi de la position des insaturations entre parenthèse précédées d'un  $\Delta$  : **16:1( $\Delta^9$ )** = 16 carbones, une insaturation en 9<sup>ème</sup> position après le carbonyle.

En **nutrition**, on parle d'acides gras « **oméga** » (3 ou 6 ;  $\omega 3$  ou  $\omega 6$ ) : il s'agit d'acides gras poly-insaturés avec une insaturation au niveau du 3<sup>ème</sup> et/ou 6<sup>ème</sup> carbone de la chaîne, en comptant à partir de la fin de la chaîne aliphatique. Les « oméga 9 » sont les acides mono-insaturés au niveau du 9<sup>ème</sup> carbone avant la fin de la chaîne. (trois exemples classiques sont présents ci-contre : à vous de les retrouver !)

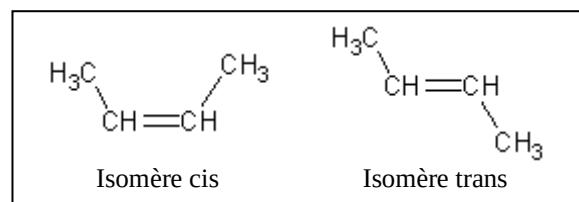
**Fig. 3. Isomères cis et trans. ★**

Il est à noter que la présence d'une double liaison induit en réalité la possibilité de plusieurs isomères : un isomère cis et un isomère trans.

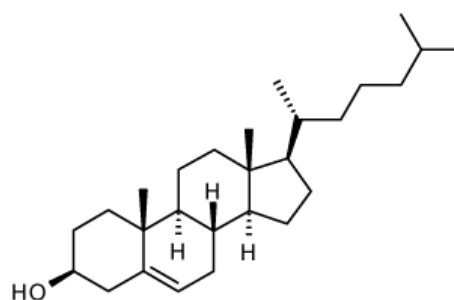
**Informations sur l'isomérisation :** En chimie, on désigne par le terme d'isomères des molécules ayant la même formule chimique brute, mais avec des constitutions en réalité différentes. Le cas le plus simple est l'**isomérisation de constitution** : le propane  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$  et le méthyl-éthane  $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-CH}_3$  ont tous deux pour formule  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ , mais avec une formule développée différente. La deuxième possibilité, souvent très importante en biochimie, est l'existence de molécules différentes bien que présentant la même formule développée : on parle alors de stéréo-isomères.

**Le cas des isomères cis et trans :** Alors qu'une liaison simple présente une libre rotation, une double liaison ne permet aucune rotation. On peut ainsi distinguer deux possibilités, par exemple dans le cas d'un acide gras mono-insaturé, selon que les deux parties de la chaîne carbonée sont situées :

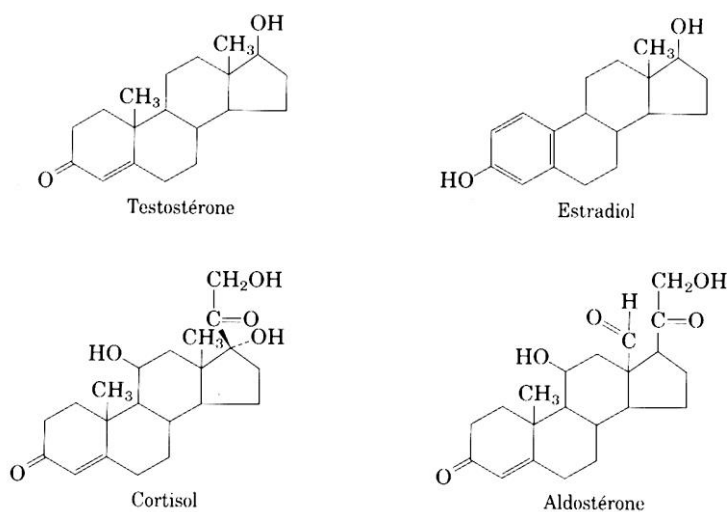
- du même côté (dans l'espace) de la liaison double → on parle alors d'isomère **cis** (en chimie : Z, de l'allemand *zusammen*, ensemble) ;
- de part et d'autre de la liaison double → on parle alors d'isomère **trans** (en chimie : E, de l'allemand *entgegen*, opposé).



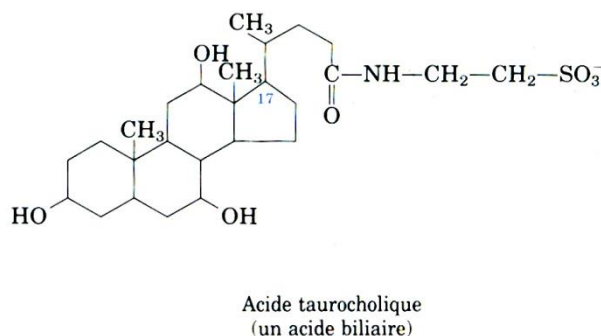
D'un point de vue nutritif, les acides gras trans sont déconseillés (la présence d'une insaturation trans ne conduit pas à la formation d'un coude, contrairement à une insaturation cis, qui est, elle, nutritivement intéressante)

**Fig. 4. Structure du cholestérol. ★★★****Fig. 5. Exemples de stéroïdes. ★**

Les stéroïdes provenant du cholestérol. La testostérone, l'hormone sexuelle mâle, est produite par les testicules. L'estradiol, l'une des hormones femelles, est produite dans les ovaires et le placenta. Le cortisol et l'aldostérone sont des hormones produites dans le cortex des surrénales. Elles régulent respectivement le métabolisme glucidique et l'excrétion du sel.

**Fig. 5 bis. Un exemple de stéride : l'acide taurocholique, un acide biliaire. ★**

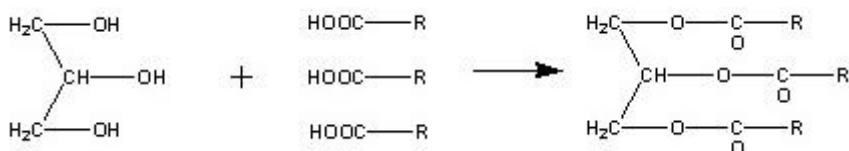
Les acides biliaires sont des stérides qui font former les sels biliaires, synthétisés par le foie et stockés dans la vésicule biliaire avant d'être libérés dans l'intestin au cours de la digestion. Ils permettent de favoriser la formation d'émulsions alimentaires et donc de faciliter l'action des hydrolyses enzymatiques (lipases) en augmentant la surface des lipides.



Acide taurocholique  
(un acide biliaire)

**Fig. 6. Formation d'un triglycéride, par estérification entre le glycérol et trois acides gras. ★★★**

Un triglycéride est totalement hydrophobe.



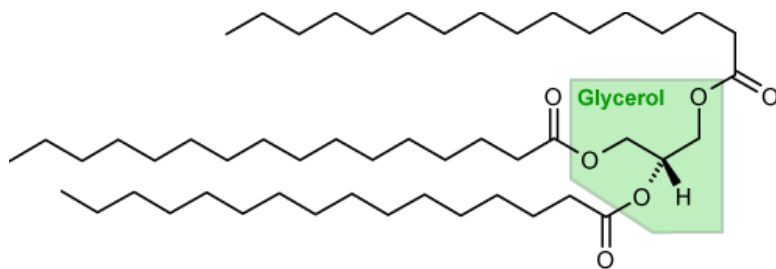
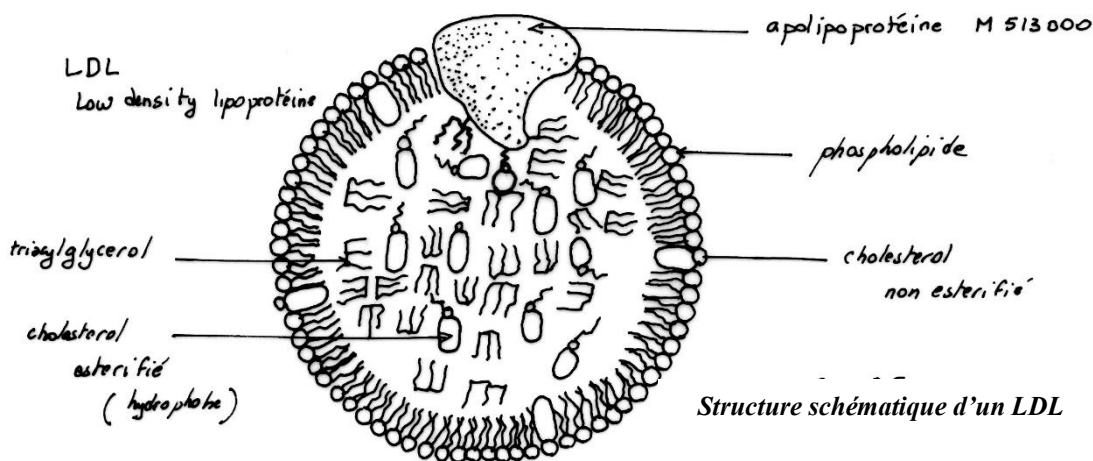


Fig. 7. Structure générale d'un triglycéride. ★★

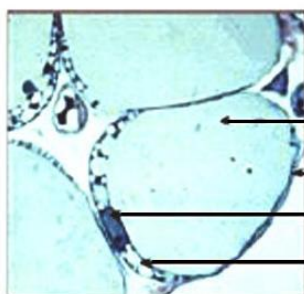
Fig. 8. Les triglycérides, des lipides de réserve. ★★

Les glycérides sont essentiellement des **lipides de réserve** : ce sont des molécules de stockage hautement concentré d'énergie métabolique parce qu'ils sont **réduits** (peu oxygénés) et **anhydres** (stockage ne nécessitant pas d'eau). En effet, les acides gras présentent un groupement hydrophile ( $\text{COOH}$ ), de même que le glycérol ( $3 \times \text{OH}$ ) → chez un triglycéride, ces fonctions sont engagées dans les trois



Structure schématique d'un LDL

## Morphologie d'un adipocyte



Gouttelette lipidique  
Membrane plasmique  
Noyau  
Cytoplasme

liaisons esters, ce qui a pour conséquence une molécule totalement hydrophobe. Cette nature hydrophobe permet leur stockage sans utilisation d'eau.

De façon physiologique, le Tissu Adipeux représente 15 à 20% du poids corporel, soit une douzaine de kg pour un homme de 70Kg.

Mais, dans le même, cette hydrophobie les rendant non soluble dans l'eau, les triglycérides ne peuvent être dissous dans le sang...

Les **triglycérides** (ainsi que le cholestérol) sont transportés dans le sang des mammifères dans des **vésicules lipoprotéiques**, les LDL (Low Density Lipoprotéine), incorporées ensuite dans les cellules par endocytose.

Chez les mammifères hibernant, les triglycérides ont aussi un rôle d'isolant thermique. Chez certains animaux, comme les baleines, les triglycérides permettent un allègement du corps.

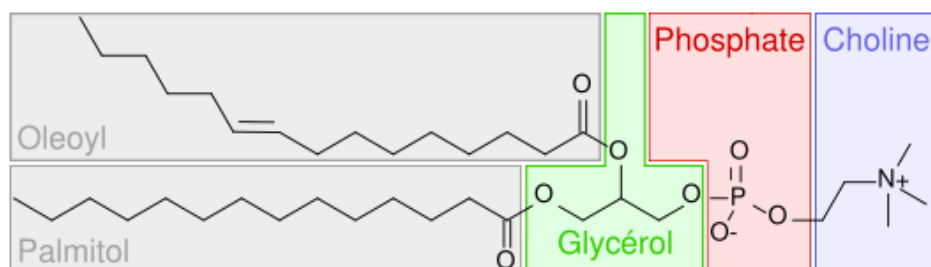


Fig. 9. Un exemple de glycérophospholipide : la phosphatidylcholine.

A droite : structure de la choline (un alcool). ★★★

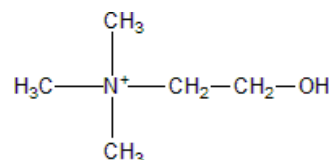
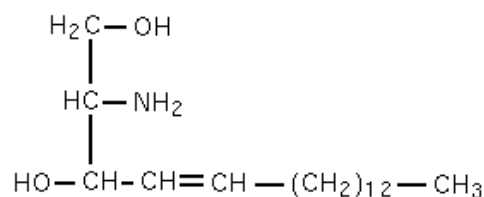


Fig. 10. Structure de la sphingosine. ★

La sphingosine est un alcool aminé possédant une longue chaîne carbonée aliphatique. Elle est à la base des sphingolipides, par ajout d'un phosphate couplé à un alcool (sur sa fonction alcool), et d'un acide gras sur sa fonction amine.

Contrairement aux glycérophospholipides, il n'y a donc ici qu'un seul acide gras impliqué. Cependant, la présence de la chaîne aliphatique de la sphingosine conduit à une structure générale semblable entre les glycérophospholipides et les sphingolipides (tête hydrophile + deux queues hydrophobes).



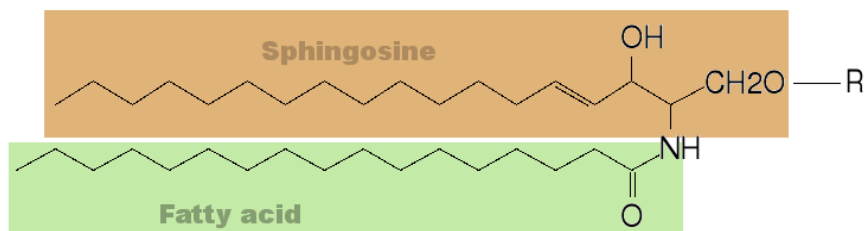


Fig. 11. Structure générale d'un sphingolipide. R = phosphate + alcool. ★★

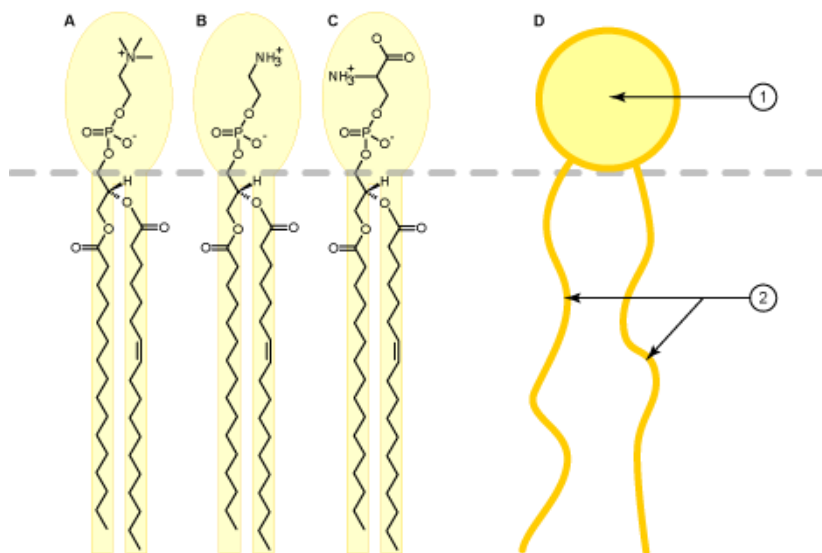
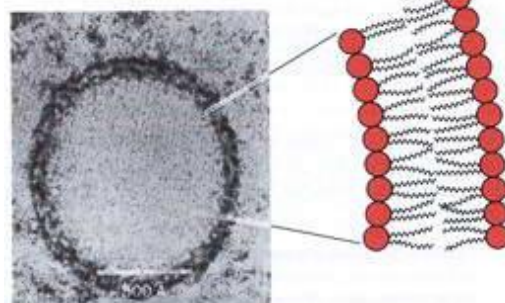


Fig. 12. Schématisation « classique » des phospholipides ★★

A, B, C : trois exemples de glycérophospholipides (à renommer à l'aide de la figure 13 : facile !)

D : schématisation. (1) tête hydrophile ; (2) queue hydrophobe.

☞ conséquence : formation de bicouches ☞



| NOM de X             | FORMULE                                                                                                                                                                                                               | charge à pH 7 | GLYCÉROPHOSPHOLIPIDE     |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------------|
| Ethanolamine         | $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_3^+$                                                                                                                                                                              | 0             | Phosphatidylethanolamine |
| Choline              | $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{N}^+(\text{CH}_3)_3$                                                                                                                                                                  | 0             | Phosphatidylcholine      |
| Sérine               | $-\text{CH}_2-\underset{\text{COO}^-}{\text{CH}}-\text{NH}_3^+$                                                                                                                                                       | -1            | Phosphatidylserine       |
| Glycérol             | $-\text{CH}_2-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{OH}$                                                                                                                                                  | -1            | Phosphatidylglycérol     |
| Inositol             |                                                                                                                                                                                                                       | -1            | Phosphatidylinositol     |
| Phosphatidylglycérol | $-\text{CH}_2-\underset{\text{CHOH}}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{O}-\text{P}(\text{O})(\text{O}^-)-\text{O}-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}-\text{O}-\text{C}-\text{R}^1}{\text{CH}_2-\text{O}-\text{C}-\text{R}^2}$ | -2            | Cardiolipine             |

Fig. 13. Les différents glycérophospholipides, en fonction du composé polaire associé au phosphate.

Fig. 14. Les glycolipides. ★★★

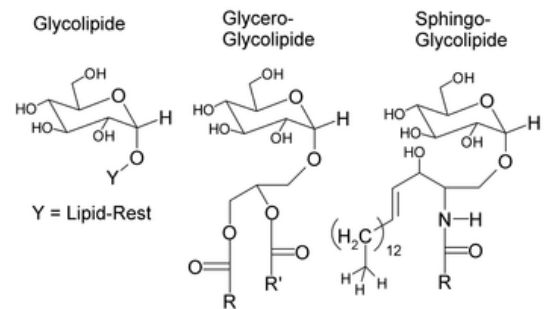
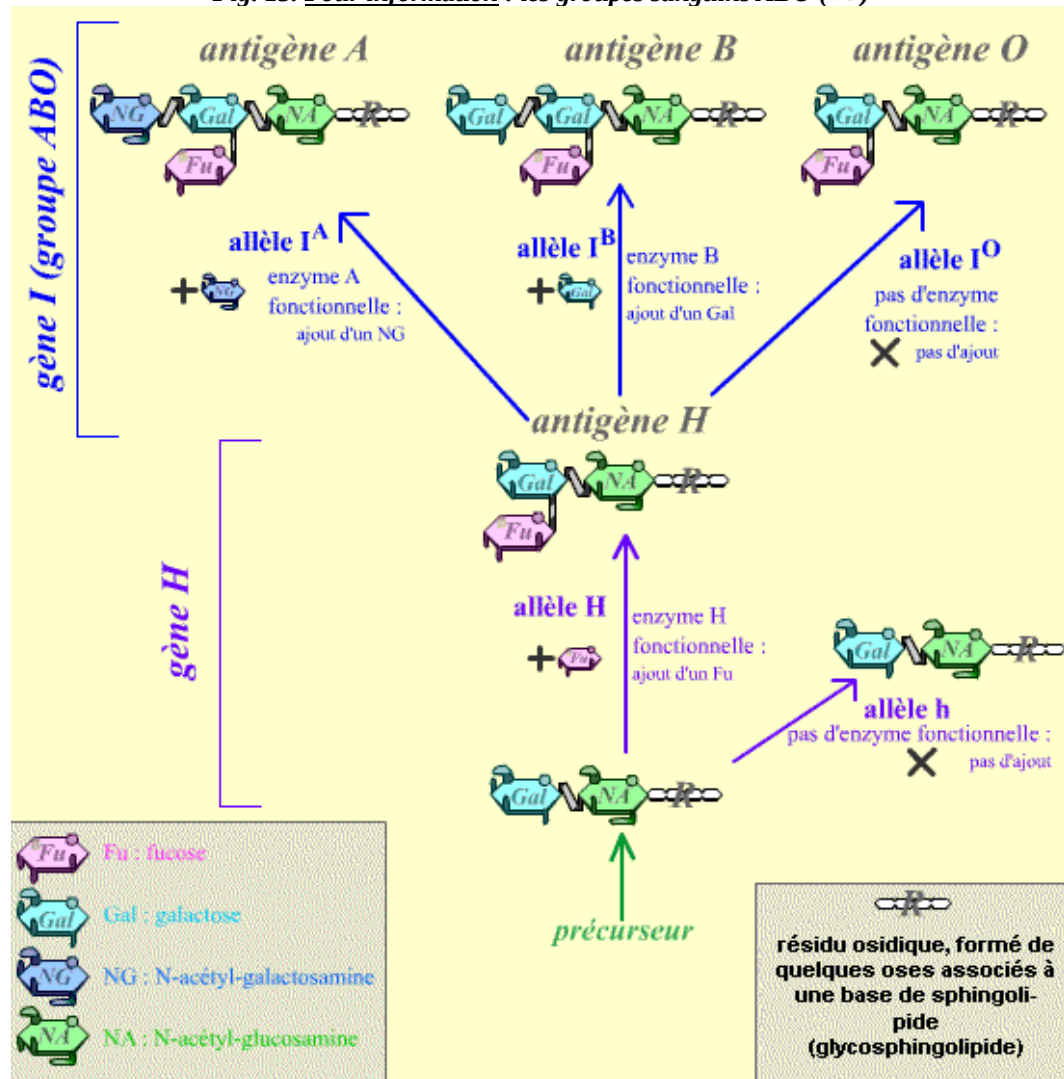


Fig. 15. Pour information : les groupes sanguins ABO (★)



Structure générale de la membrane des hématies (globules rouges)

