

Chapitre 5: Les lipides et dérivés  
**Les lipides complexes –**  
**Les glycérophospholipides**

Dr. Marie José STASIA

# Plan du cours

1. Objectifs pédagogiques du cours (*Dia 3*)
2. Introduction (*Dia 4-5*)
3. Les glycérophospholipides
  - 3.1 Structure (*Dia 6*)
  - 3.2 Les alcools aminés (*Dia 7*)
  - 3.3 Composition des glycérophospholipides (*Dia 8*)
  - 3.4 Propriétés des glycérophospholipides (*Dia 9-10*)
  - 3.5 Les phospholipases (*Dia 11*)
4. Les familles des glycérophosphopholipides (*Dia 12*)
  - 4.1 L'acide phosphatidique (*Dia 13*)
  - 4.2 Les phosphatides (*Dia 14-18*)
  - 4.3 Les lysophospholipides : les lysophosphatides (*Dia 19-20*)
  - 4.4 Les plasmalogènes (*Dia 21*)
  - 4.5 Les cardiolipides ou cardiolipines (*Dia 22*)
5. Messages essentiels du cours (*Dia 23*)

# 1. Objectifs pédagogiques du cours

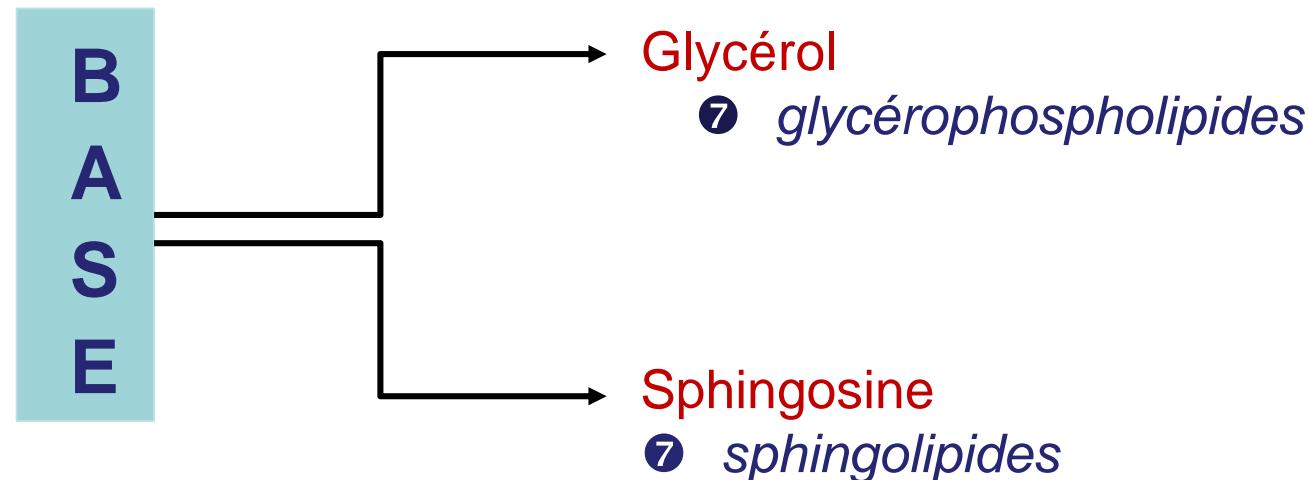
- *Objectif 1* : Retenir la structure générale des glycérophospholipides.
- *Objectif 2* : Connaître les propriétés physicochimiques des glycérophospholipides et leurs modes d'hydrolyse.
- Objectif 3 : Identifier par la reconnaissance de leurs structures, les différentes familles de glycérophospholipides
- *Objectif 4* : Connaître le rôle biologique principal de chaque famille de glycérophospholipides et leur localisation cellulaire et tissulaire.

## 2. Introduction

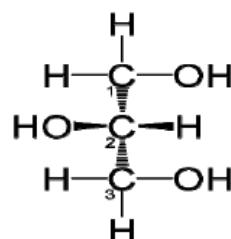
- Caractéristiques générales des lipides complexes

**Les lipides complexes sont des hétérolipides.**

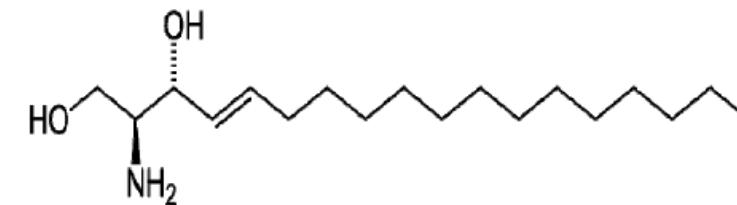
**Ils contiennent des groupes : phosphate, sulfate ou glucidique.**



## Glycérol

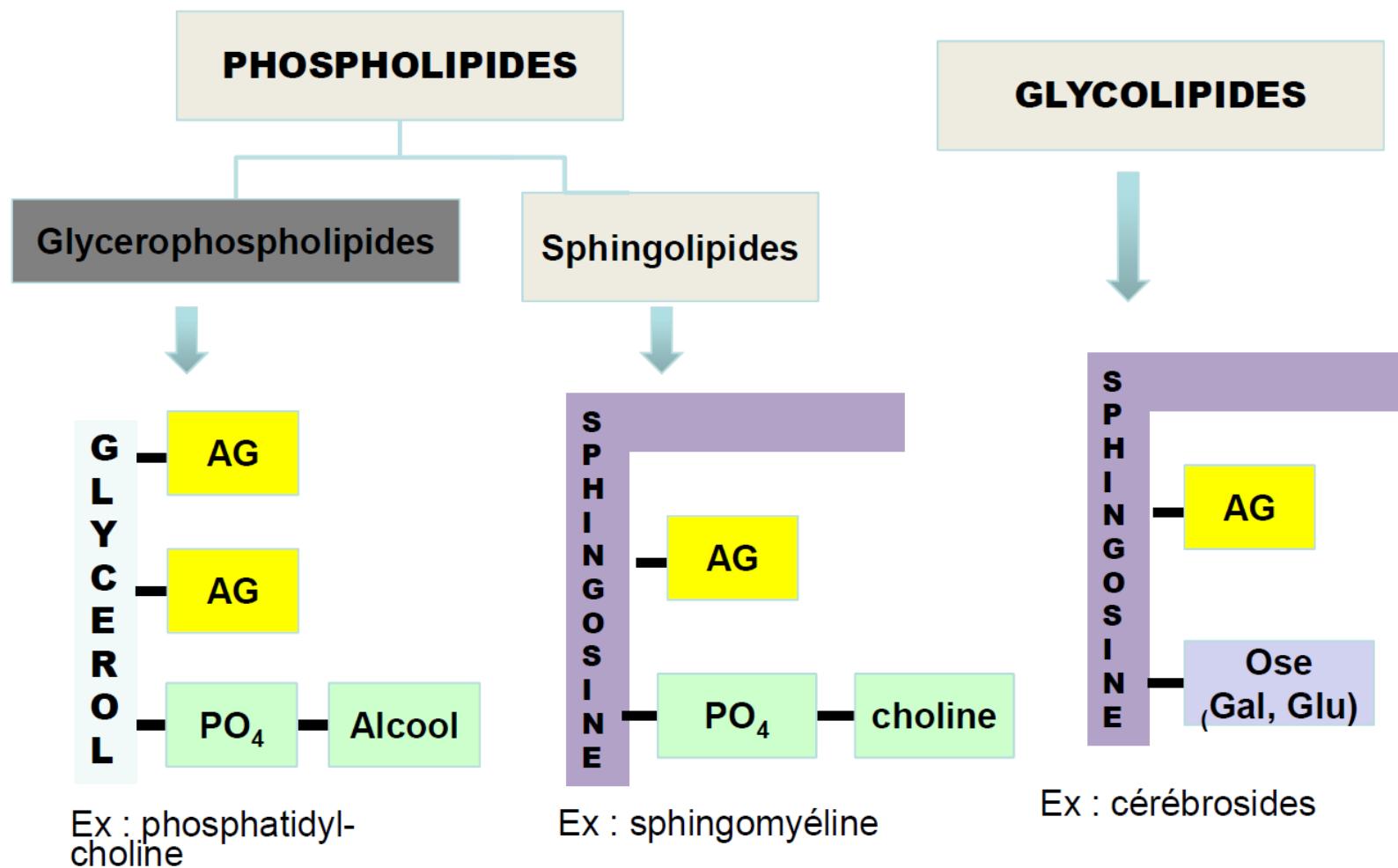


## Sphingosine



## 2. Introduction

- Les 2 grandes familles des lipides complexes



### 3. Les glycérophospholipides

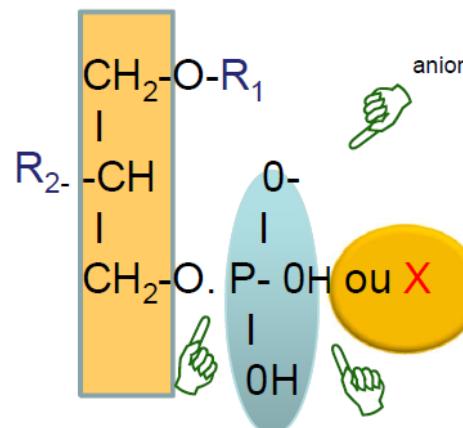
- 3.1 La structure

Ils dérivent de l'acide phosphatidique

**Glycérol ( $\text{CH}_3\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_3\text{OH}$ ) estérifié :**  
**en sn1,et sn2 : par des acides gras (>14C)**

- $R_1$  (en position sn1) = souvent acide gras saturé stéarique (C18:0)
- $R_2$  (en position sn2) = souvent acide gras insaturé (C20:4, $\omega$ 6; AGPI n-3, n-6)

**en sn3 : par de l'acide phosphorique lié ou non**



Unité de base : 1,2 –diacyl sn -glycéro-3 phosphate

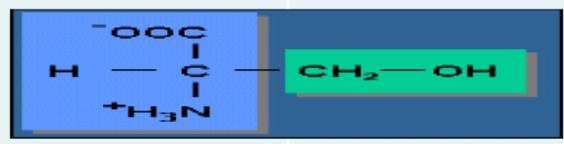
X= amino alcool, glycérol, inositol

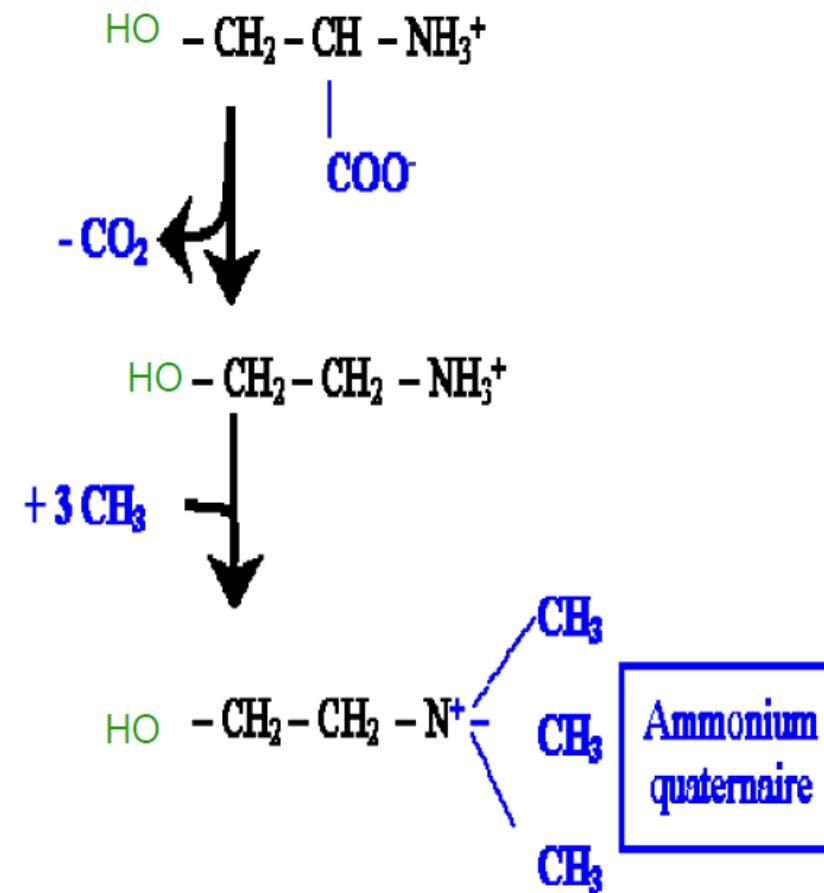
Ce sont des PHOSPHOLIPIDES

Constituant majeur des membranes

### 3. Les glycérophospholipides

- 3.2 Les Alcools Aminés; sérine, éthanolamine, choline

Nature de l' alcool	
sérinte	$\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH}$ 
éthanolamine	$\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$
choline	$\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{N}^+-(\text{CH}_3)_3$



### 3. Les glycérophospholipides

- 3.3 Composition des différents glycérophospholipides

<b>PHOSPHOLIPIDES (glycérophospholipides)</b>	<b>COMPOSITION</b>
Ac phosphatidique ou <i>phosphatidyles</i>	GLYCEROL +AG + Phosphate
Dérivés Azotés	
Phosphatidyléthanolamines PE	GLYCEROL +AG +Phosphate + PE
Phosphatidylcholines PC	GLYCEROL +AG + Phosphate +PC
Phosphatidylsérines PS	GLYCEROL +AG + Phosphate+ PS
Dérivés non azotés	
Phosphatidylglycérols PG	GLYCEROL +AG + Phosphate +glycérol
Diphosphatidylglycerols DPG	GLYCEROL +AG + Phosphate
Phosphatidylinositols PI	Phosphatidyle GLYCEROL +AG + Phosphate + inositol

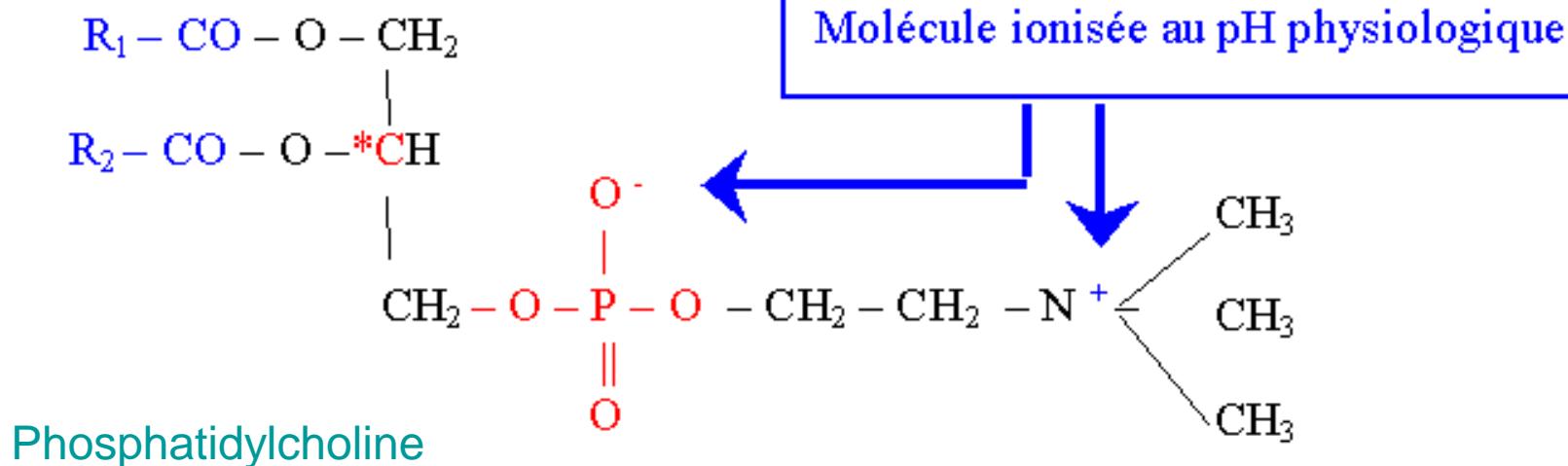
### 3. Les glycérophospholipides

- 3.4 Propriétés des glycérophospholipides (1)

**Molécules amphotères :**

une fonction acide (apportée par  $\text{H}_3\text{PO}_4$ )

une fonction basique apportée par l'alcool aminé



Exemples :  $R_1 = \text{Acide palmitique}$  ;  $R_2 = \text{Acide oléique}$

Charge : Au pH du sang (7,35 - 7,45) les glycérophospholipides sont ionisés

Selon la nature de la molécule qui lie l'ac phosphatidique la charge peut être :

-neutre (Zwitterion) : choline, éthanolamine

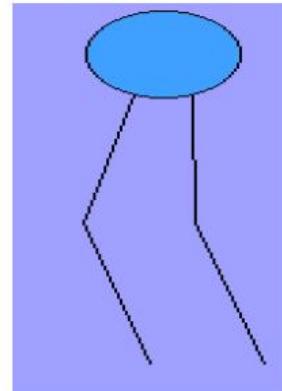
- négative : acide phosphatidique, sérine

### 3. Les glycérophospholipides

- 3.4 Propriétés des glycérophospholipides (2)

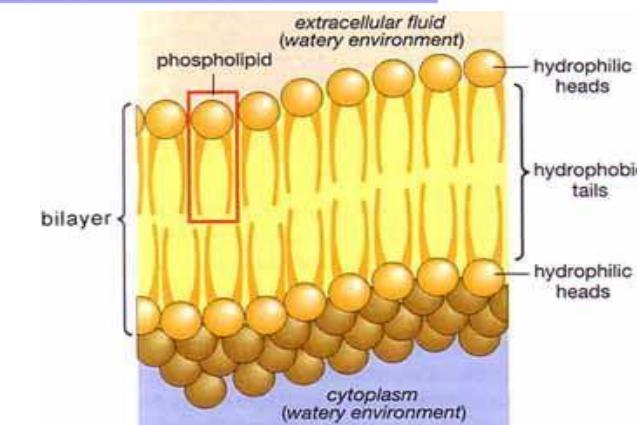
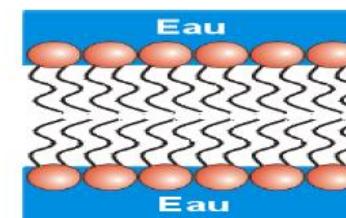
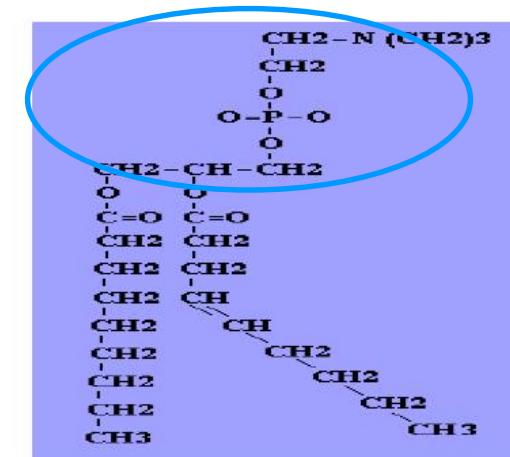
**Molécules amphiphiles :**

- rôle fondamental dans la constitution des membranes biologiques



← Tête hydrophile →

← queues hydrophobes →



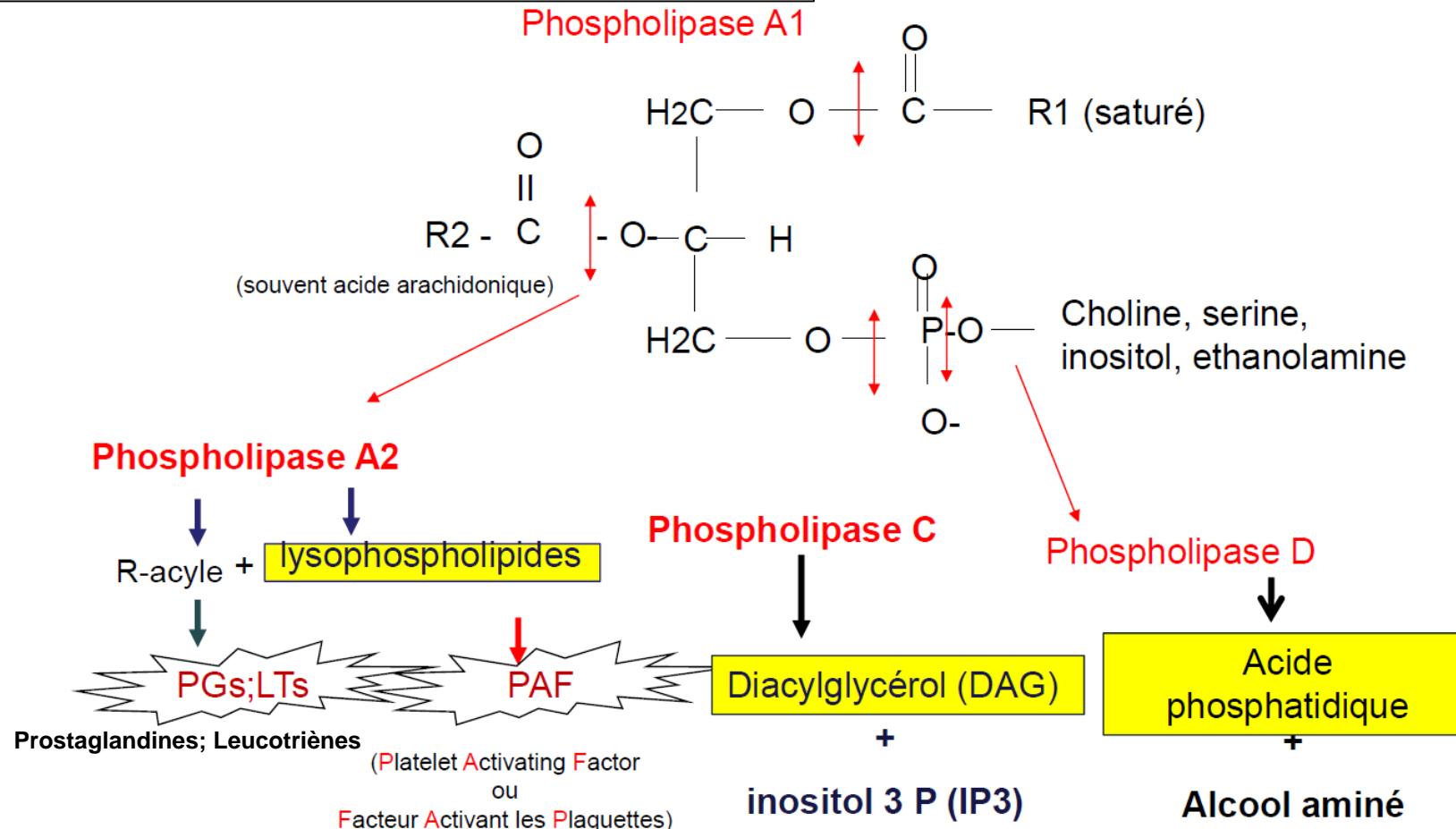
# 3. Les glycérophospholipides

- 3.5 Les phospholipases

**Molécules hydrolysables**

Chimique

Biologique : enzymatique (Phospholipases A1, A2, C et D)



## 4. Les Familles de Glycérophospholipides

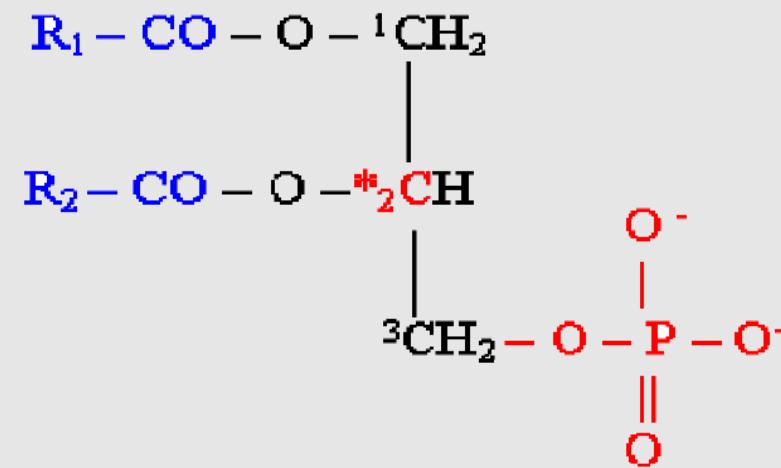
- L'acide phosphatidique
- La phosphatidylcholine
- La phosphatidylétanolamine
- Le phosphatidylinositol
- La phosphatidylsérine
- Les lysophospholipides
- Les plasmalogènes
- Les cardiolipines

P  
H  
O  
S  
P  
H  
A  
T  
I  
D  
E  
S

# 4. Les Familles de Glycérophospholipides

- 4.1 L'acide phosphatidique

Squelette : diacylglycérol,sn 3 phosphate



Au pH sanguin (7,35 - 7,45) les 2 fonctions acides sont ionisées.

Rôles biologiques :

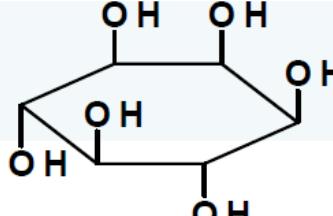
- Intermédiaire de la synthèse des triacylglycerols et des autres classes de glycérophospholipides
- Précurseur des cardiolipines

# 4. Les Familles de Glycérophospholipides

## • 4.2 Les phosphatides

Formés après estérification de l'acide phosphatidique par un alcool

Selon l'alcool qui estérifie l'acide phosphatidique on obtient quatre classes différentes :

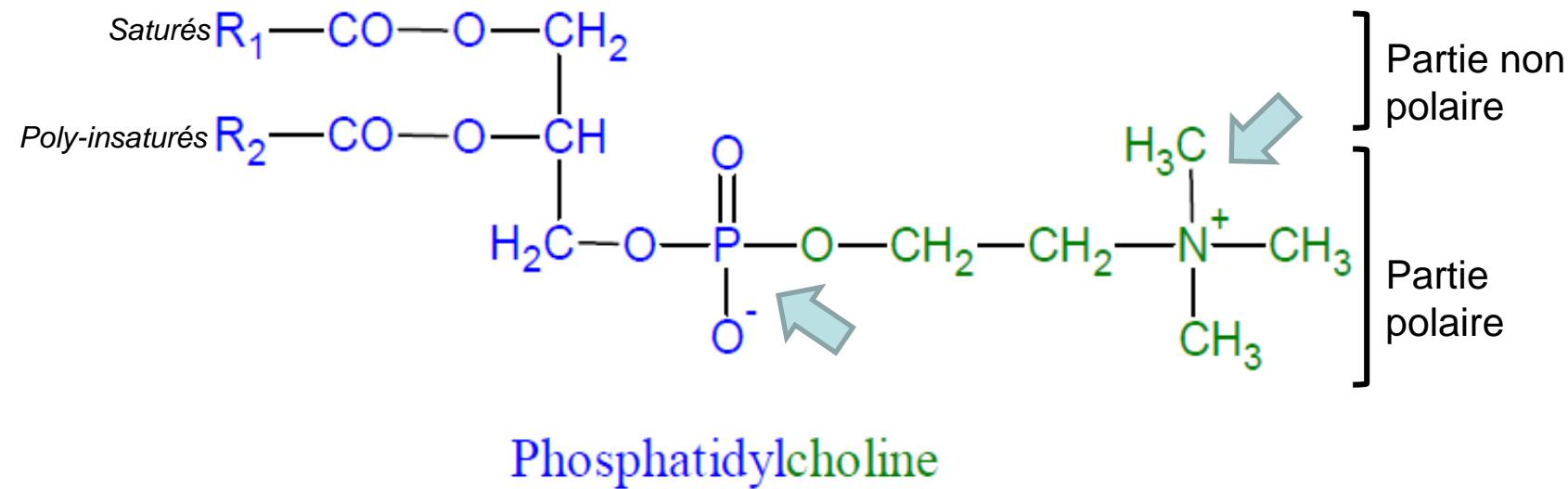
Phosphatide lié à :	Nature de l'alcool	Nom du groupe
choline	$\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{N}^+-(\text{CH}_3)$	Phosphatidylcholine
éthanolamine	$\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$	Phosphatidylethanolamine
sérine	$\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH}$   $\text{NH}_2$	Phosphatidylsérine
Inositol		Phosphatidylinositols

Pour les nommer on considère uniquement la nature de la tête polaire de la molécule, et on fait abstraction des différentes possibilités de chaînes acyles de la partie hydrophobe.

## 4. Les Familles de Glycérophospholipides

### ✓ 4.2.1 Phosphatidylcholine ou 1,2-diacyl *sn*-glycéro-3-phosphorylcholine

Au pH physiologique : charge neutre (Zwitterion)



### Rôles biologiques

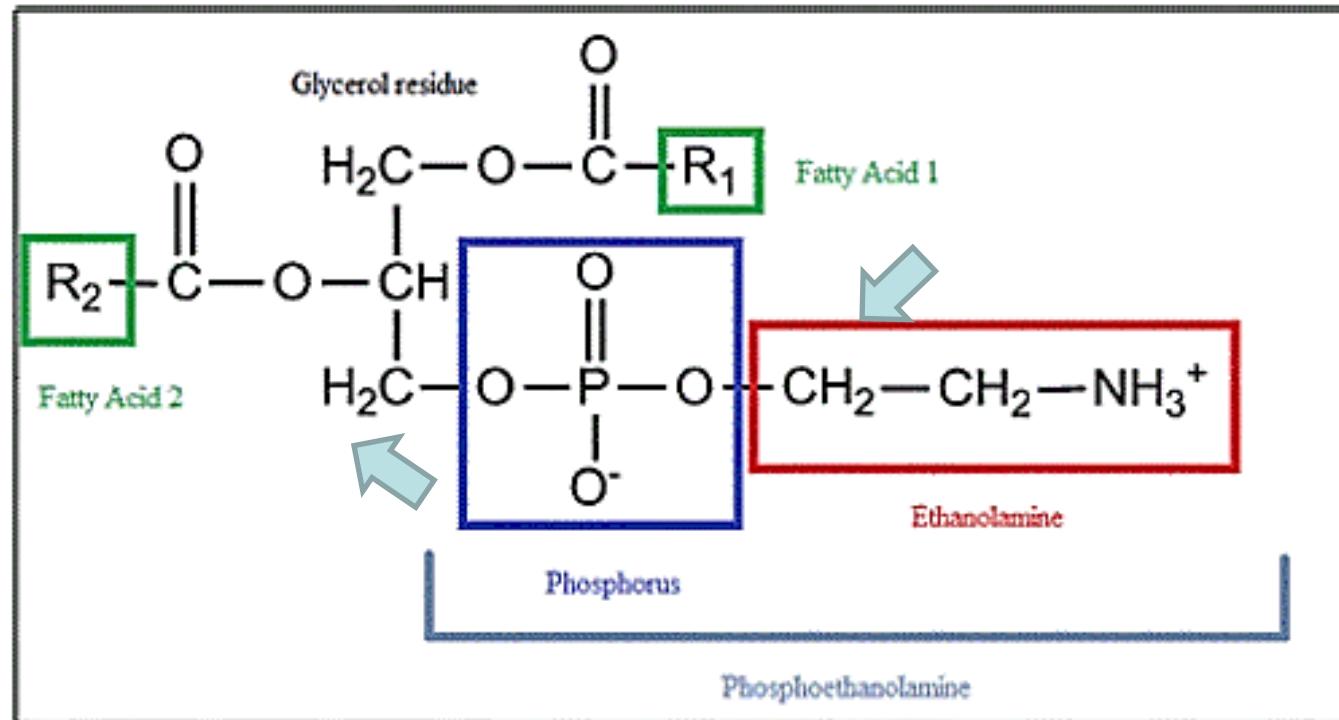
Le plus abondant des phospholipides membranaires (couche externe)

- Réserve de choline (transmission nerveuse)
- Réserve de groupements méthyles (-CH<sub>3</sub>)
- **Rôle particulier du dipalmitoyl-phosphatidylcholine**
  - Surfactant pulmonaire
  - *Son absence chez les prématurés est à l'origine du syndrome de détresse respiratoire*

## 4. Les Familles de Glycérophospholipides

### ✓ 4.2.2 Phosphatidyléthanolamine ou 1,2-diacyl *sn*-glycérol-3 phosphoryléthanolamine

Au pH physiologique : charge neutre (Zwitterion)

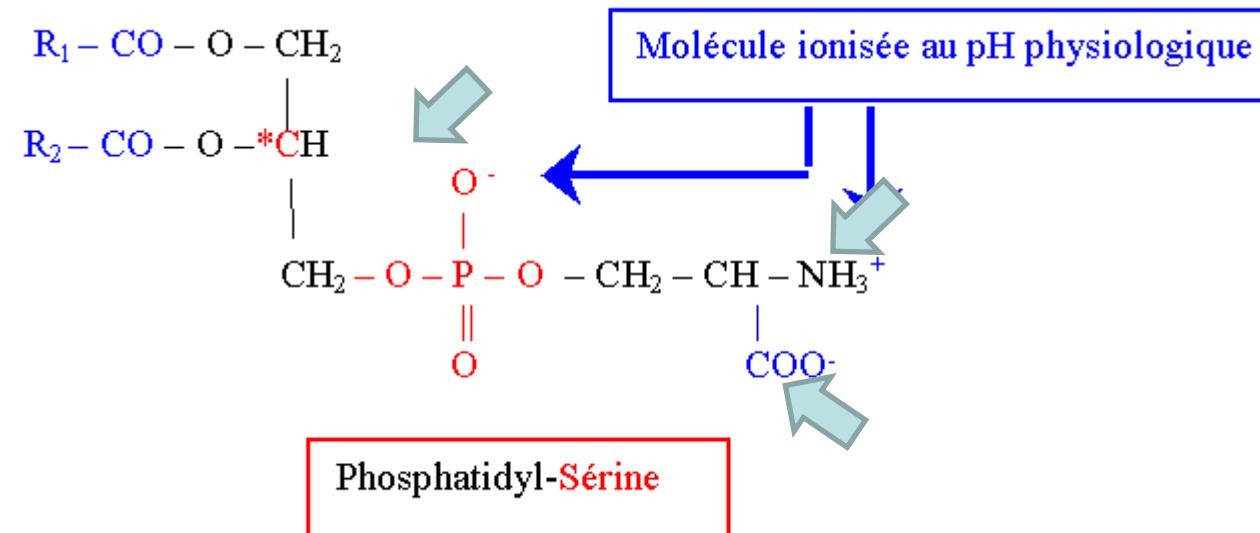


- Abondants dans la couche interne des membranes
- Retrouvés dans le foie et le cerveau (les céphalines)
- Rôle dans les gaines de myélin
- Abondant chez les végétaux

## 4. Les Familles de Glycérophospholipides

### ✓ 4.2.3 Phosphatidylsérine ou 1,2-diacyl *sn*-glycérol-3-phosphorylsérine

À pH physiologique : charge négative



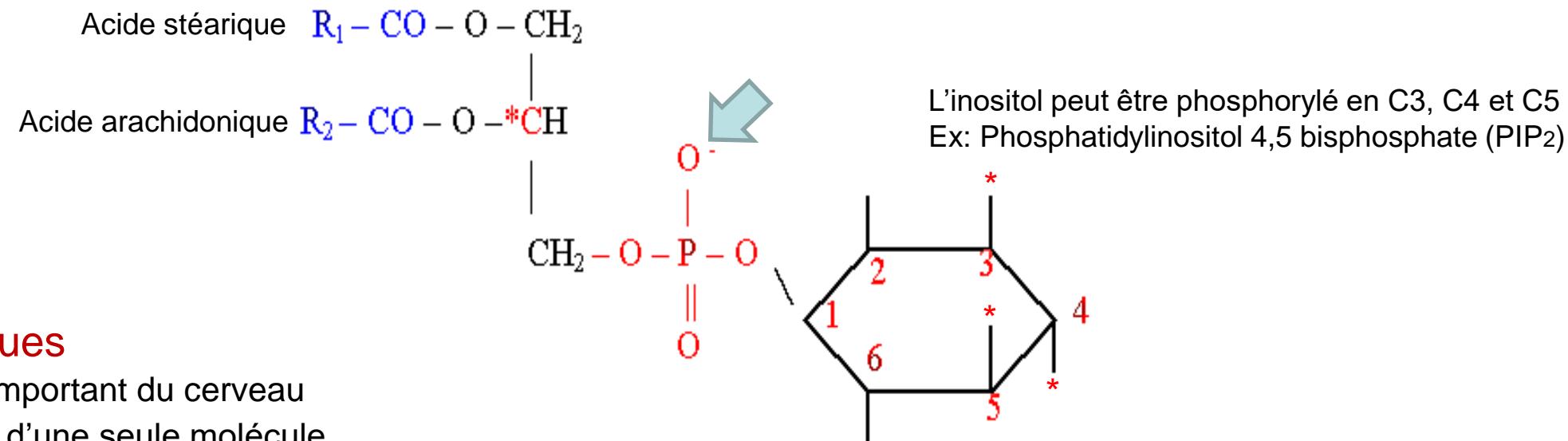
### Rôles Biologiques

- Présentes dans les tissus nerveux (dans la gaine de myéline)
- Composition *sn*2 : **cerveau : DHA (C22:6,ω3)**  
**(Acide DocosaHexaénoïque)**

# 4. Les Familles de Glycérophospholipides

## ✓ 4.2.4 Phosphatidyl**inositol** ou 1,2 –diacyl-sn-glycéro-3-phosphoryl**inositol**

À pH physiologique : charge négative



### Rôles Biologiques

- Phospholipides important du cerveau
- Composé à 80% d'une seule molécule
  - sn1-stearoyl, sn2-arachidonoyl-sn-glycéro-3-phosphorylinositol
  - **Principale source d'acide arachidonique**
- Charge négative :
  - Ancrage protéines non membranaires
  - Interactions non spécifiques
- Source de IP<sub>3</sub> (inositol 1,4,5 triphosphate)
  - Après action de la phospholipase C (voir diapo 11)
  - IP<sub>3</sub> fortement polaire : hydrosoluble et second messager important dans la transmission de signaux

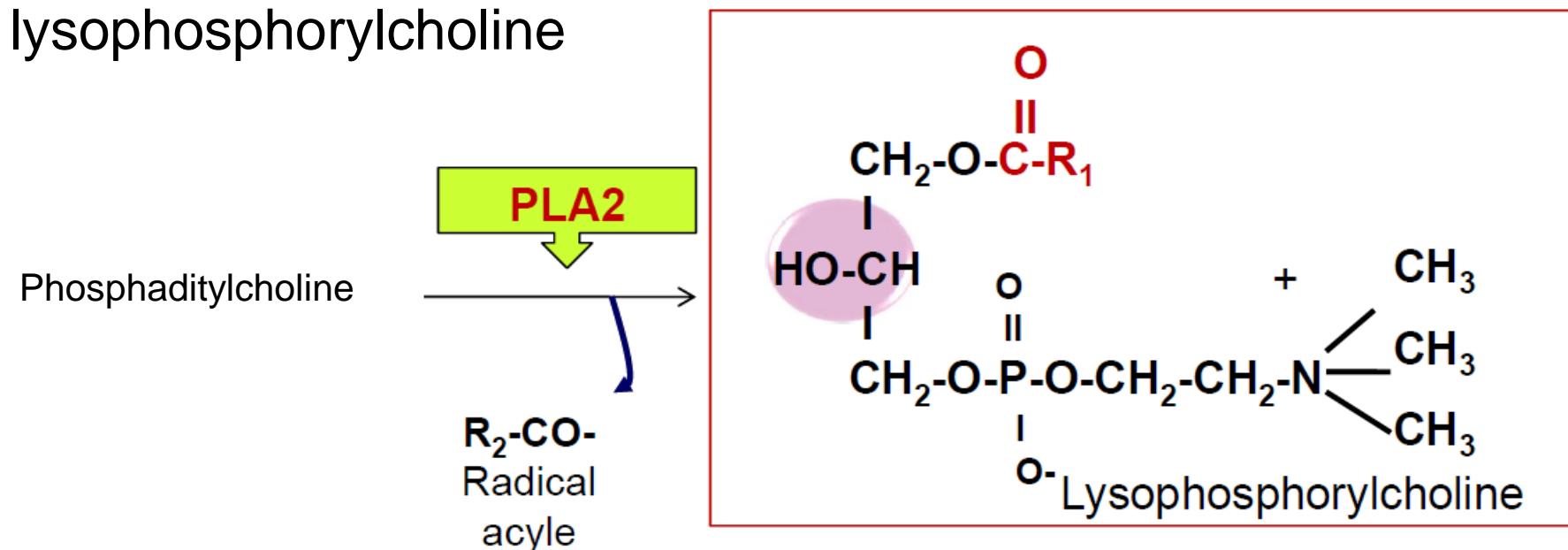
## 4. Les Familles de Glycérophospholipides

- 4.3 Les lysophospholipides ou lysophatides

Formés après action d'une phospholipase A sur un phospholipide

Préfixe « lyso » = détruire = déacyl

- ✓ 4.3.1 La lysophosphorylcholine



### Rôles Biologiques :

- Puissants agents cytolytiques et hémolytiques
- Intermédiaires du métabolisme des glycérophospholipides

## 4. Les Familles de Glycérophospholipides

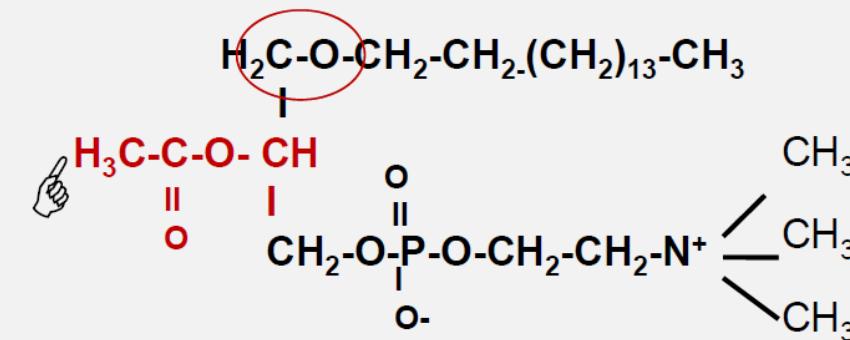
### ✓ 4.3.2 Le-PAF (platelet activating factor)

Formés après action d'une phospholipase A sur un phospholipide

Préfixe « lyso » = détruire =deacyl



- ⑦ Plus hydrosoluble qu'un glycérophospholipide classique



## •Rôles Biologiques

- Messager secondaire activant la phospholipase C
  - Provoque une agrégation plaquettaire
  - Contraction des fibres lisses (*bronches, utérus*)
  - Vasodilatateur puissant (*hypotension*)
  - Réactions inflammatoires :

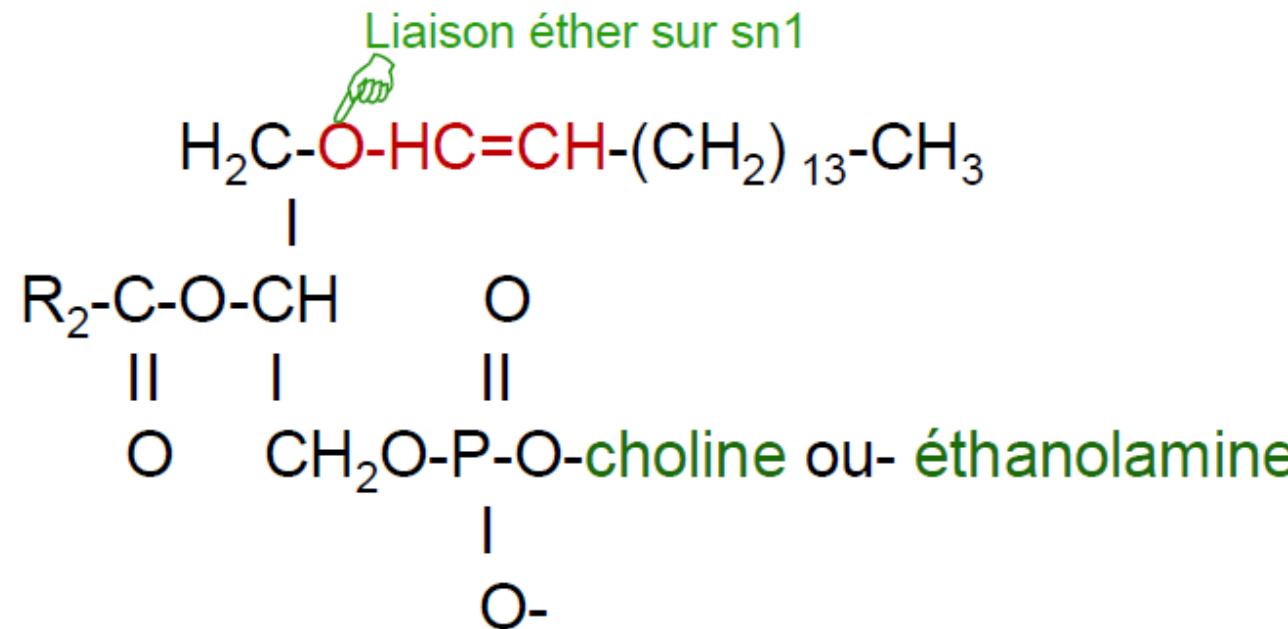
## *Chimiotactisme des éosinophiles, neutrophiles et monocytes*

### ↑*Perméabilité vasculaire, œdème*

## 4. Les Familles de Glycérophospholipides

- 4.4 Les plasmalogènes

**Lipides-éther** : Liaison éther avec alcool vinylique **sur sn-1**

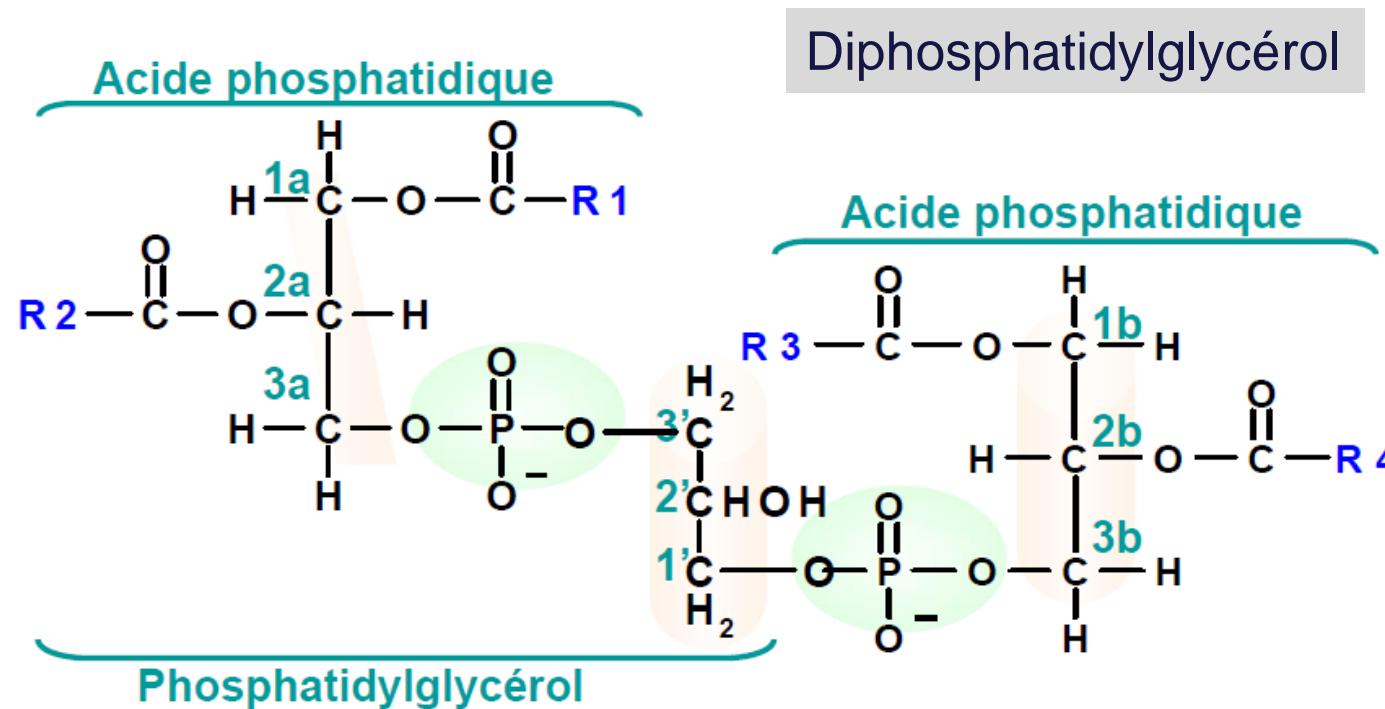


**Principaux plasmalogènes** : Plasménylcholine, plasménylethanolamine

**Localisation et rôles** : tissus à hautes densité respiratoire, dans la gaine de myéline des neurones, stabilisent la fluidité membranaire

## 4. Les Familles de Glycérophospholipides

- 4.5. Les cardiolipides ou cardiolipines



### Rôles Biologiques

- Isolés la première fois du tissu cardiaque
- Constituants importants des membranes mitochondrielles
- Jouent un rôle dans la synthèse d'ATP

## 5. Messages essentiels du cours

- *Message 1* : Les lipides complexes jouent des rôles non seulement structuraux essentiels au niveau des membranes cellulaires, mais également comme carburants énergétiques, et comme messager secondaire dans la transmission de signaux.
- *Message 2* : ils sont essentiels au bon fonctionnement de la peau mais aussi d'organes essentiels comme le cerveau, le cœur et les poumons.

# Mentions légales

---

L'ensemble de ce document relève des législations française et internationale sur le droit d'auteur et la propriété intellectuelle. Tous les droits de reproduction de tout ou partie sont réservés pour les textes ainsi que pour l'ensemble des documents iconographiques, photographiques, vidéos et sonores.

Ce document est interdit à la vente ou à la location. Sa diffusion, duplication, mise à disposition du public (sous quelque forme ou support que ce soit), mise en réseau, partielles ou totales, sont strictement réservées à l'Université Grenoble Alpes (UGA).

L'utilisation de ce document est strictement réservée à l'usage privé des étudiants inscrits à l'Université Grenoble Alpes (UGA), et non destinée à une utilisation collective, gratuite ou payante.