

# Partie II: Biochimie végétale

## Introduction

I.1- Définition du métabolisme végétal

I.2- Substances naturelles d'intérêt pharmaceutique

## II-Métabolisme laire

### II.1- Glucides

II.1.1- Définition

II.1.2- Biosynthèse

II.1.3- Classification

#### II.1.3.1- Glucides de constitution

Cellulose

Callose

Hémicelluloses

Pectines

#### II.1.3.1- Glucide de réserves

Saccharose

Inuline

Amidon

#### II.1.3.1- Autres glucides

Polyols ou sucres-alcools

Hétérosides

### II.2- Lipides

II.2.1- Définition

II.2.2- Biosynthèse

II.2.3- Classification

II.2.3.1- Les acides gras et leur nomenclature

II.2.3.2- Les lipides de réserves: les huiles végétales

II.2.3.3- les lipides de revêtement

### II.3- Les composés azotés

II.3.1- Définition

II.3.2- Biosynthèse

II.3.3- Classification

II.3.3.1- Les acides aminés

II.3.3.2- les protéines de réserves

II.3.3.3- Autres produits azotés

- Acides nucléiques

- vitamines

-- porphyrine

### II.4- Les lignines

## II-Métabolisme laire

### III.1- Gommés et mucilages

III.1.2- Gommés

III.1.3- Mucilages

### III.2- Composés aromatiques (Phénols)

III.2.1- Définition

III.2.2- Classification

#### III.2.2.1- Dérivés phénoliques

Flavonoïdes

Tanins

Anthocyanes

### III.3- Terpènes

III.2.1- Définition

III.2.2- Classification

iridoïdes

Saponosides

Huiles essentielles

### III.4- Alcaloïdes (composés azotés)

## IV- Hormones végétales

Gibbérellines

Auxine

Acide abscissique

Ethylène

Cytokinine

## V- Cultures Cellulaires: perspectives d'avenir

La multiplication conforme

Embryogenèse somatique

Culture des méristèmes

*Haplo diploïdisation (ou création de lignée pures)*

Obtention des Protoplastes

Sauvetage des embryons

## Le Végétal

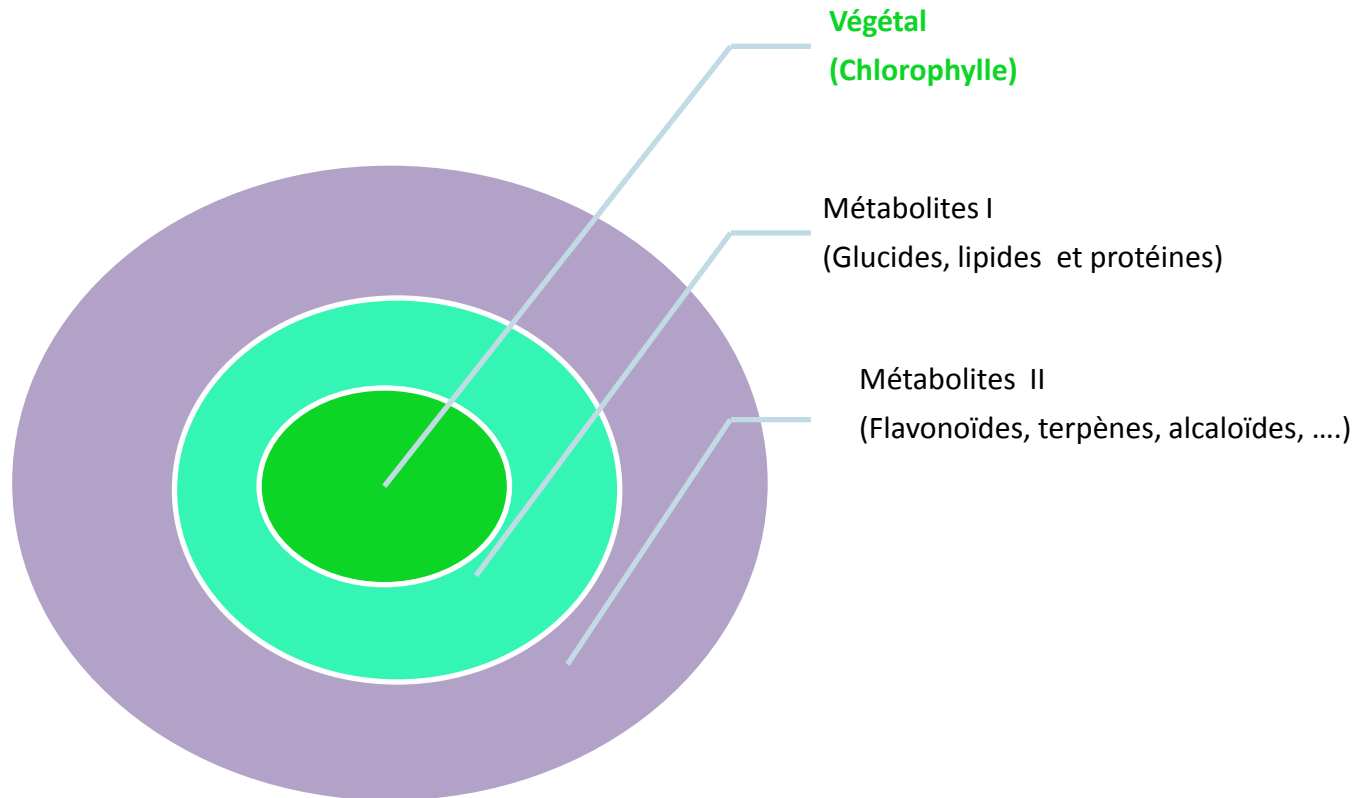


Il ya 2500ans, Hyppocrate disait:  
Que ton aliment soit ton remède

## Définition du métabolisme végétal

Le métabolisme végétal est un ensemble de molécules, issu du métabolisme. Elles se trouvent dans tous les organes (racines, tiges, feuilles, fleurs, fruits) ; leur teneur est très variable, non seulement suivant la partie du végétal envisagé mais au cours de la végétation, suivant la nature du terrain, les conditions climatiques, et même le sexe de la plante.

## Substances naturelles d'intérêt pharmaceutique



## II.1- Glucides

### II.1.1- Définition

Ce sont des molécules organiques. Les carbones sont porteurs :

- de fonctions alcools (alcool secondaire, alcool primaire)
- d'une fonction aldéhyde ou cétonique (fonction carbonyle)
- parfois d'une fonction acide ou aminée.

### II.1.2- Biosynthèse

Les glucides ou hydrates de carbones sont formés dans les plantes vertes par **photosynthèse**



### II.1.3- Classification

#### II.1.3.1- Glucide de réserves

Saccharose

Inuline

Amidon

**Le saccharose « Sucre »**  
Est un diholoside dont l'hydrolyse libère



Le glucose (ou hexose naturel le plus répandu)

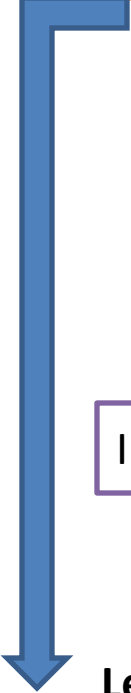
Bulbes et tubercules en germination et les fruits (dattes 32 %, raisin 8 %, bananes 6 %, tomates 1,6 %, autres fruits sucrés : 1 à 3 %)

Il est constitutif de l'amidon et de la cellulose

Le fructose (ou sucre des fruits)

Dates (24 %), Raisins (7 – 8 %), pommes et cerises (5 – 7 %), bananes 4 %, fraises et framboises 2,5 %, oranges 1,8 %, tomates 1,2 % du poids frais

Il est constitutif de l'inuline



**Le glucose**



**fructose**



**Associé au**

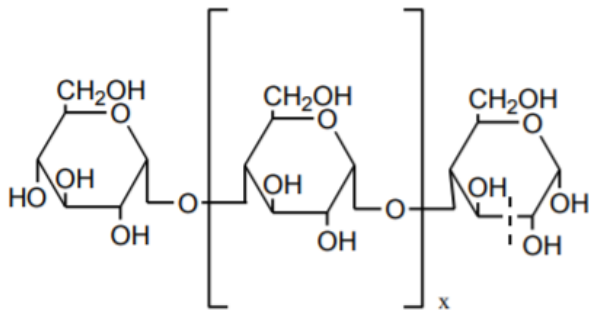


**Le saccharose**

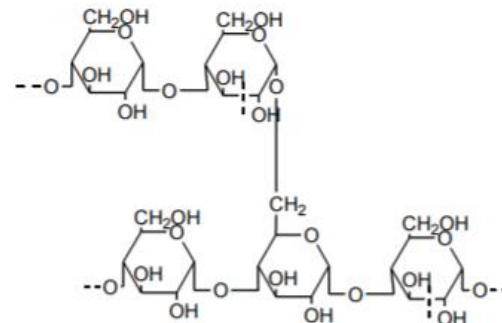
Betterave, canne à sucre

## Amidon du latin *amylum* (non moulu)

- Glucosane (composé de chaînes de molécules de D-glucose)
- Polyoside (polysaccharide) de réserves intracellulaires
- s'accumule sous forme de grains dans les amyloplastes des végétaux: tubercules (ex: pomme de terre), graines (ex: légumineuses (pois), fruits (bananes) et présent essentiellement dans les céréales.
- De formule brute  $(C_6H_{10}O_5)_n$ , l'amidon est constitué par un mélange de 2 polymères:
  - 20 à 30 % d'amylose (constituée de 600 à 1 000 unités de D-glucose)
  - 70 à 80 % d'amylopectine (avec de longues ramifications, comportant de 10 000 à 100 000 molécules de D-glucose)
- Insoluble dans l'eau froide
- Dans l'eau chaude, il forme une pâte (empois d'amidon) qui prend une coloration bleue avec l'iode
- Pour les plantes, l'amidon est une réserve d'énergie et de nutriments (pour survivre lors de la mauvaise saison)
- En pharmacie l'amidon est employé pour les excipients et le pelliculage des comprimés



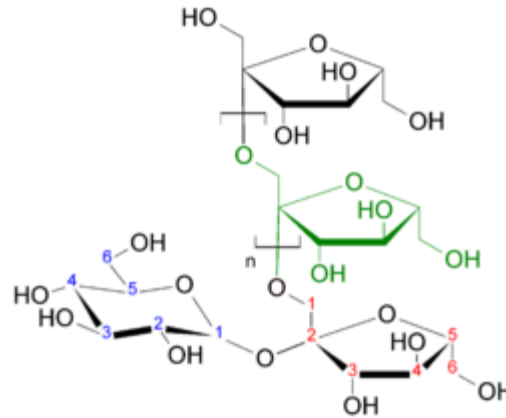
Structure chimique de l'amylose



Structure chimique de l'amylopectine

# L'inuline

- Fructane (composé de chaînes de molécules de D-fructose)
- Est un polysaccharide de réserve de formule brute  $C_{6n}H_{10n+2}O_{5n+1}$
- Plusieurs végétaux renferment de l'inuline (poaceae, ail, poireau, asperge,...), mais il est présent essentiellement chez les Asteraceae (Chicorée principale source de l'inuline, topinambour, artichaut,...)
- l'inuline est un prébiotique (nourrit les bactéries dans l'intestin)

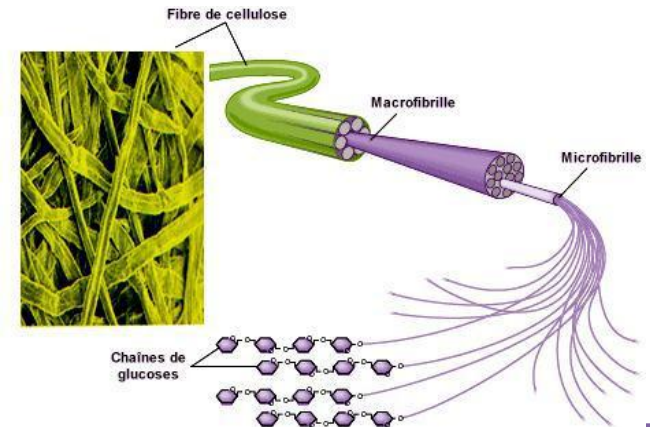


Structure chimique de l'inuline

## II.1.3.2- Glucides de constitution (Cellulose, Callose, Hémicelluloses et Pectines)

### La Cellulose

- est synthétisée à la surface de la cellule au niveau de la membrane plasmique
- Polyoside homogène de structure extracellulaire (le matériel de soutien le plus abondant chez les végétaux (paroi cellulosique) formé de glucose (glucosanes)
- Polymère non ramifié et non hélicoïdal, formé par l'enchaînement O-glycosidique 1-4 de 1.500 à 5.000 (voire plus) molécules de cellobiose (un disaccharide)
- Non hydrolysable par les enzymes du tube digestif de l'homme, alors qu'elle est hydrolysée par les cellulases (les bactéries du tube digestif des ruminants et de l'escargot)
- Présente une structure fibreuse compacte, insoluble
- Les molécules de cellulose sont associées entre elles ainsi qu'à des hémicelluloses et à divers composés pectiques pour constituer des paquets de microfibrilles
- En pharmacie: la cellulose en poudre est utilisée comme agent épaississant, comme adsorbant, un agent de suspension, un diluant de capsule. Les dérivés tels que le carboxyméthylcellulose de sodium est utilisé comme émulsifiant, l'hydroxypropylméthylcellulose (HPMC) peut être utilisé comme polymère hydrophile pour la préparation de comprimés, .....





## Le Callose

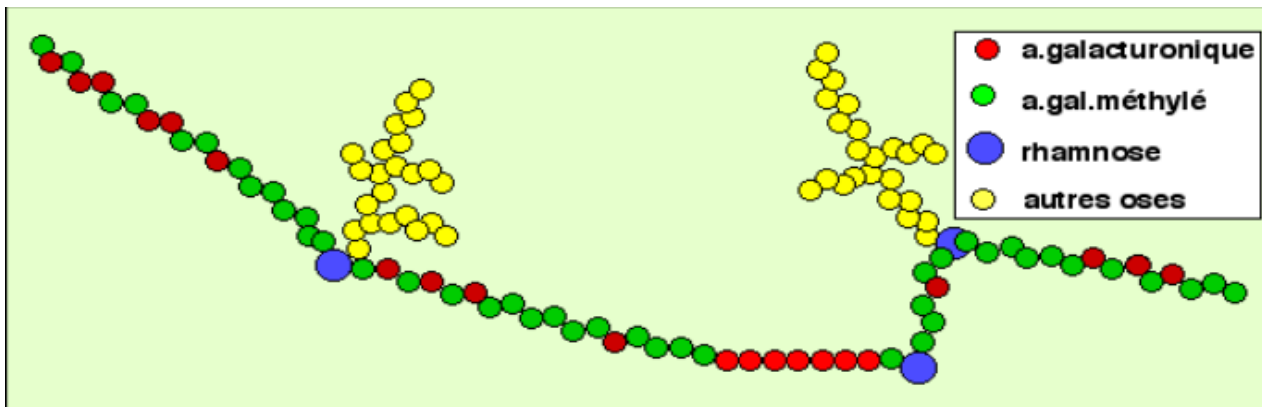
- Glucosanes
- polyoside se trouvant dans tous les tissus (tubes criblés, parenchyme, sécrétion, épiderme,...), dans la membrane des cellules-mères définitives du grain de pollen, dans le tube pollinique.
- Elle constitue une substance fondamentale au même titre que la cellulose et les composés pectiques.
- Chez les Phanérogames et les Cryptogames vasculaires, la callose est moins fréquente que chez les champignons ou les algues.
- Elle est amorphe, incolore, insoluble (dans l'eau, l'alcool et le liquide de Schweitzer ou solvant de la cellulose) et se liquéfie facilement

## L'hémicellulose

- est un composant des parois cellulaires des plantes et se compose d'un groupe hétérogène de polysaccharides qui varient à la fois entre les différentes plantes et au sein d'une plante en fonction de l'emplacement. Il comprend 50–200 pentoses (xylose et arabinose), des hexoses (glucose, mannose, galactose, rhamnose), l'acide galacturonique et l'acide glucuronique et le sucre C7 l'acide 4-O-méthyl glucuronique. Le xylose et le glucose sont les plus abondants.
- est synthétisée dans l'appareil de Golgi et transportée à la paroi par des vésicules sécrétoires
- dans les angiospermes on trouve les xyloglucanes tandis que dans les résineux on rencontre les glucomannanes.
- se trouve principalement déposé au voisinage et entre les molécules de cellulose
- soluble dans des solutions alcalines et insoluble dans l'eau citronnée
- Les xylooligosaccharides (XOS) et les arabinoxyloligosaccharides (AXOS) ont des propriétés prébiotiques.
- En pharmacie: les glucomannanes peuvent être utilisés comme agent gélifiant, épaississant, stabilisateur, émulsifiant et les xyloglucanes peuvent être utilisés dans des applications pharmaceutiques (certains liants et la libération de médicaments)

## La pectine

- constitue un ensemble complexe de macromolécules. Elle est constituée d'une chaîne principale et de chaînes secondaires branchées. Les monomères sont variés ainsi que les types de branchements. La chaîne principale est constituée d'acide galacturonique. Elle constitue un acide polygalacturonique.
- présente dans tous les végétaux, localisée dans la lamelle moyenne et la paroi primaire des cellules où elle joue le rôle de ciment intercellulaire, responsable de la rigidité et de la cohésion
- selon l'âge des tissus, on rencontre la pectine sous deux formes :
  - la protopectine : insoluble car liée aux autres composants.
  - L'acide pectique : soluble dans l'eau à froid.
- en pharmacie: la pectine est utilisée pour ses propriétés gélifiantes, stabilisantes ou viscosifiantes



## Autres glucides

### Polyols ou sucres-alcools ou polyalcools

- sont des édulcorants utilisés en guise d'additifs alimentaires (tableau 1).
- comptent moins de calories
- les légumes et les fruits, notamment les baies, les pommes et les prunes, en contiennent naturellement en petites quantités.
- comme les fibres alimentaires, ils sont prébiotiques

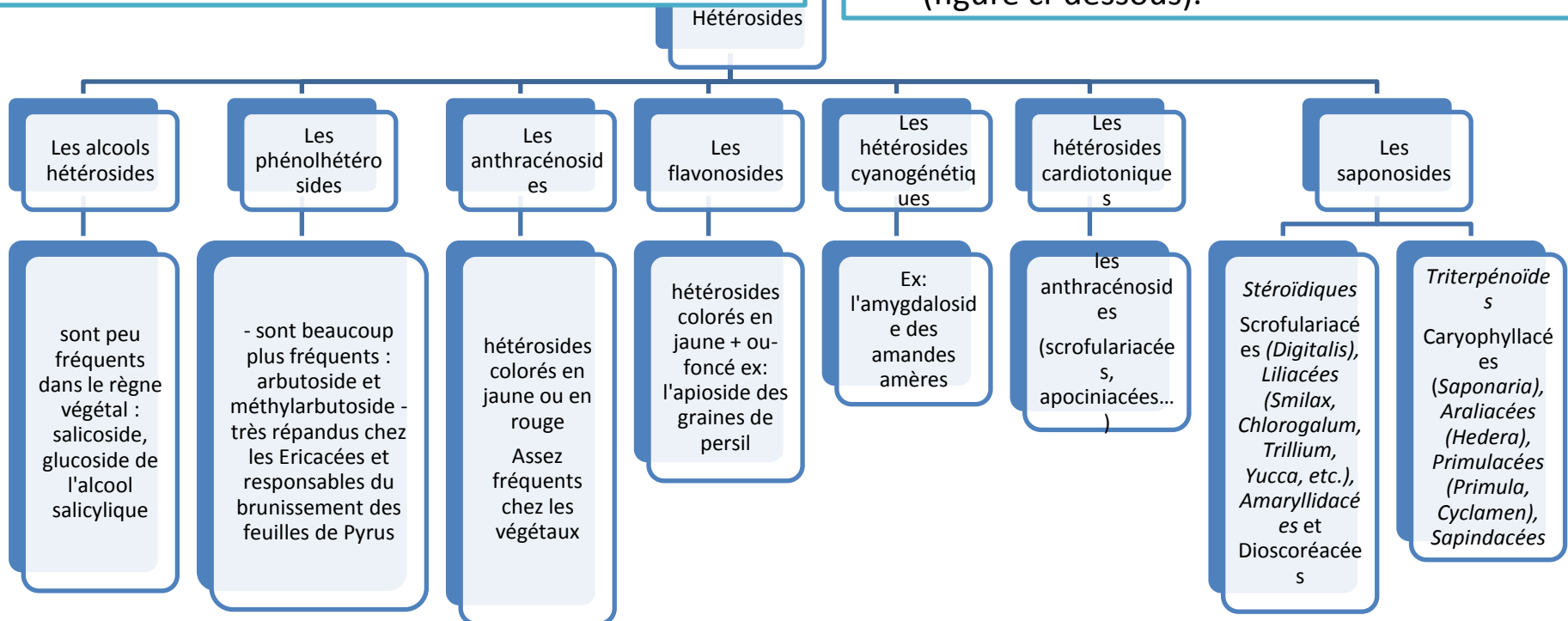
**Tableau 1: propriétés de quelques polyalcools**

Édulcorant/ Nom du composé	Valeur relative (%) du goût sucré comparativement au sucrose (sucre ordinaire)	Impact sur la glycémie et sur la sécrétion d'insuline	Valeur calorique kcal/g	Dérivé de
<b>Mannitol</b>	50 - 70	Faible	1,6	Fructose
<b>Sorbitol</b>	50 - 70	Faible	2,6	Glucose
<b>Sirop de sorbitol</b>	25 - 50 (selon la teneur en sorbitol)	Faible	3	Maïs, blé ou fécula de pomme de terre
<b>Xylitol</b>	100	Faible	3	D-xylose
<b>Maltitol</b>	90	Faible	3	Sirop de maïs à teneur élevée en maltose
<b>Sirop de maltitol</b>	25 - 50 (selon la teneur en maltitol)	Faible	3	Maïs, blé ou fécula de pomme de terre
<b>Érythritol</b>	60 - 80	Faible	0,2	Glucose
<b>Polydextrose</b>	0	Faible	1	Dextrose (glucose), sorbitol et acide citrique ou phosphorique

## Les hétérosides

- combinaison d'un ose avec une substance non glucidique, l'aglycone ou génine. Les sucres rencontrés chez les hétérosides sont variés : les plus courants sont des hexoses (d. fructose, d. mannose, d. et l. galactose et surtout d. glucose) et des pentoses (d. et l. arabinose, d. xylose, d. ribose et méthylpentosé).
- la plupart ont un goût amer (certains ont une saveur sucrée ex: le glycyrrhizoside utilisé comme édulcorant), sont solubles dans l'eau, la plupart du temps sont des substances incolores, sans odeur.

- Une même plante peut contenir plusieurs glucosides (cas de la Digitale par exemple), et inversement un même hétéroside peut se retrouver dans des plantes très différentes (cas du rutoside qui a été caractérisé dans une cinquantaine d'espèces appartenant à 23 familles).
- peuvent être rangés soit d'après la nature de la partie sucrée, soit d'après la structure de la génine, en 7 groupes (figure ci-dessous).



## II.2- Lipides

### II.2.1- Définition

Les lipides sont les graisses et les substances apparentées. Ils sont généralement hydrophobes, insolubles dans l'eau.

### II.2.2- Biosynthèse

Plusieurs genes ou ADNc sont a present disponibles comme sondes pour etudier quelques etapes cles de cette biosynthese : acide gras synthetases, desaturases, thioesterases, acyltransferases. C

### II.2.3- Classification

#### II.2.3.1- Les acides gras et leur nomenclature

➤ Les acides gras sont des acides carboxyliques à chaîne aliphatique hydrophobe saturée ou insaturée.

Appartenant à la catégorie des lipides, ils font l'objet de plusieurs nomenclatures : la nomenclature internationale normalisée, une nomenclature communément appelée « oméga » utilisée par les nutritionnistes et une nomenclature usuelle dont sont issus les noms communs de la majorité des acides gras..

➤ sont des constituants majeurs des huiles et des graisses

## Les acides gras saturés



- Sont ceux en C12, C16 et C18 sont les plus largement distribués
- formule générale:  
 $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_n - \text{COOH}$

## Les acides gras insaturés



- Sont ceux en C18, C20, C24 pourvus de 1 à 6 doubles liaisons.
  - Monoinsaturés dont les plus répondus sont:  
C18 : 1 et C16 : 1
  - Polyinsaturés, les plus répondus sont:  
C18 : 2 et le C18 : 3
- Ex:
- Acide oléique C18 : 1
  - Acide linoléique C18 : 2
  - Acide linoléique C18 : 3
- Formule générale d'acide gras monoinsaturé:  
 $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_x - \text{CH} = \text{CH} - (\text{CH}_2)_y - \text{COOH}$

### II.2.3.2-Les lipides de réserves: les huiles végétales

- Les plantes utilisent essentiellement les lipides pour stocker de l'énergie (ex : huiles végétales) .
- Ces huiles sont utilisées dans les premières étapes de la germination des graines
- L'acide palmitique est le plus rencontré ; il est présent dans pratiquement toutes les graisses végétales
- Les acides arachidique (C20 : 0), béhénique (C22 : 0) et lignocérique (C24 : 0) présentent une large distribution, mais en quantités très restreintes. Ils peuvent être notamment détectés dans les huiles de soja, d'olive, de maïs, d'arachide, de colza et de coton
- Les acides linoléique (C18 : 2(9,12)) et  $\alpha$ -linoléique (C18 : 3 (9,12,15)) appartiennent respectivement à la famille des  $\omega$ -6 et des  $\omega$ -3. La teneur de l'acide linoléique est de 40 % dans l'huile de tournesol, 52% dans l'huile de coton, 51 % dans l'huile de soja, 58 % dans l'huile de maïs, 41 % dans l'huile de sésame. Celle de l'acide  $\alpha$ -linoléique est 53% dans l'huile de lin.
- L'acide palmitoléique (C16 : 1(9)) est un constituant de presque toutes les catégories de plantes
- L'acide oléique se rencontre dans presque toutes les graisses végétales: l'huile d'olive (65 à 85 %), l'huile d'arachide (45 %)
- L'acide érucique (C22 : 1(13)), est présent dans la matière grasse des graines de crucifères, telles que l'huile de colza



### **II.2.3.3- Les lipides de revêtement**

- Les plantes utilisent essentiellement les lipides pour la structure (ex : membranes phospholipidiques).
- Les cires végétales sont produites et localisées à la surface des parties aériennes (feuilles, tiges, fleurs et fruits) des plantes, au niveau de leur cuticule ce qui fait vraisemblablement de ces dernières une des sources de lipides les plus abondantes sur terre.
- les cires se composent d'alcane, ester, acide, alcool primaire et aldéhyde qui ne sont pas forcément dominants lorsque présents. Ex: la cire de feuille de pois (*Pisum sativum*) contient plus de 40 % d'alcane.

## **II.3- Les composés azotés**

### **II.3.1- Définition**

Les protéines sont des molécules formées de chaînes de longueur variable d'acides aminés, ces derniers étant au nombre de 20

### **II.3.2- Biosynthèse**

La synthèse des protéines comprend deux étapes:

- la transcription permet de copier l'ADN en ARNm au niveau du noyau. Elle est réalisée grâce à l'ARN polymérase.
- la traduction correspond au décodage de l'information portée par l'ARN m en protéines, grâce au code génétique (le gène détient dans sa séquence nucléotidique, l'information permettant la synthèse d'un polypeptide). La traduction a lieu au niveau des ribosomes par des ARNt chargés avec les AA correspondants.

## II.3.3- Classification

### II.3.3.1- Les acides aminés

- Les protéines végétales présentent généralement une teneur limitée en certains acides aminés indispensables tels que la lysine pour les céréales, les acides aminés soufrés pour les légumineuses (soja, petits pois, fèves, haricots rouges) et les fruits oléagineux (noix, amandes, graines de courge)
- les protéines végétales sont riches en antioxydants et en fibres

#### Les acides aminés essentiels ou indispensables



Au nombre de 8, sont ceux que nous devons obtenir à partir de notre alimentation: isoleucine, leucine, lysine, méthionine, phénylalanine, thréonine, tryptophane et valine.

#### Les acides aminés semi-essentiels



Au nombre de 2:  
arginine et histidine

#### Les acides aminés non-essentiels



Au nombre de 10, sont synthétisés par l'organisme lui-même, à partir d'autres nutriments comme le glucose par exemple: alanine, asparagine, acide asparaginique, cystéine, glutamine, acides glutamiques, glycine, proline, serine et tyrosine.

### II.3.3.2- Les protéines de réserves

- On distingue : les albumines, les globulines, les prolamines et les glutélines
  - les globulines, les prolamines et les glutélines sont les principales protéines de réserves, elles ont pour fonction de stocker dans la graine le carbone et surtout l'azote mobilisable au moment de la germination
  - les globulines sont surtout présentes (60—90 % des protéines) dans les graines de dicotylédones (légumineuses, oléagineux)
  - les prolamines et les glutélines sont les protéines majeures des céréales (80—90 %)
  - Les albumines, ont principalement un rôle métabolique (enzymes, transporteurs, . . .), ou un rôle de défense (inhibiteurs d'enzymes, antimicrobiennes. . .).
- Cependant, on trouve aussi dans cette famille, et pour certaines espèces végétales (crucifères, noix. . .) des protéines majeures, de type 2S, qui ont également une fonction de réserve.
- Dans les feuilles et les tubercules les protéines de réserve ne sont pas présentes

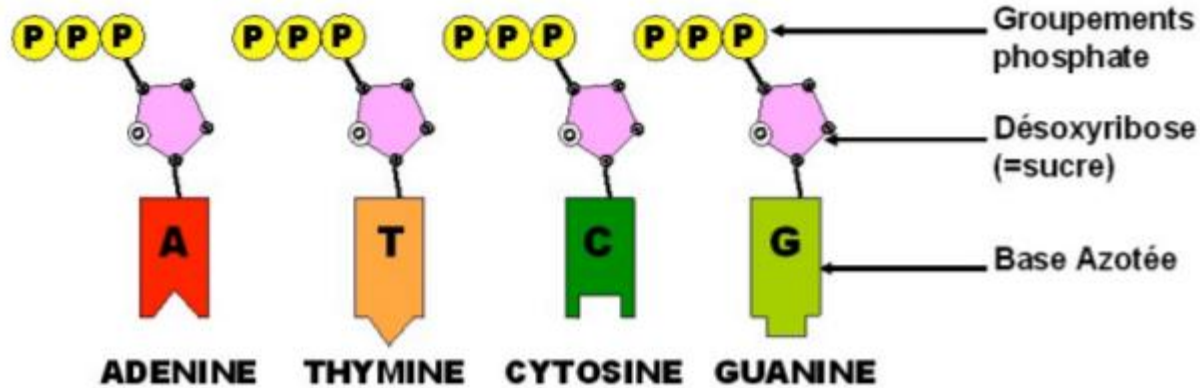
Tableau 1 Principales classes structurales de protéines de réserve dans des graines de dicotylédones et exemple de nomenclature.

	Soja	Pois	Lupin	Colza	Tournesol	Lin
Albumine 2S	$\alpha$ -conglycinine	PA1	Conglutine- $\delta$	Napine	SFA	Conline
Globuline 7S	$\beta$ -conglycinine	Viciline	Conglutine- $\beta$	—	—	—
Globuline 11/12S	Glycinine	Légumine	Conglutine - $\gamma$	Cruciférine	Hélianthinine	Linine

### II.3.3.3- Autres produits azotés

#### A- Acides nucléiques

- ils sont de deux sortes: les acides ribonucléiques (ARN) et désoxyribonucléiques (ADN)
- sont des polymères de nucléotides
- Chacun des nucléotides est formé d'une molécule de sucre, de ribose, d'une molécule d'acide phosphorique et d'une base azotée : A, C, G, U
- L'ADN est constitué de 4 nucléotides Adénine. Thymine. Cytosine. Guanine.



- L'ARN est constitué de 4 nucléotides Adénine, Uracile, Cytosine, Guanine.

## **B- vitamines**

Ils sont de deux sortes: hydrosolubles et liposolubles

### **Hydrosolubles**

La vitamine C et les vitamines du groupe B (B1 à B12).

#### **La vitamine B9 ou acide folique**

légumes verts (salades, épinards, petits pois, endives, haricots, avocat...) et fruits (orange, fruits rouges, melon, banane...).

#### **La vitamine C ou acide ascorbique**

La vitamine C est présente dans tous les végétaux mais à des quantités variables. Les principales sources de vitamine C sont les fruits (agrumes, fruits rouges) et les légumes

### **Liposolubles**

Les vitamines A, D, E et K.

#### **La vitamine A ou beta carotène**

sous forme de caroténoïdes provitaminiques (carottes, abricots...).

**La vitamine D:** les huiles végétales

**La vitamine E ou tocophérol:** les huiles végétales

**La vitamine K** les légumes verts, fruits et certaines huiles végétales

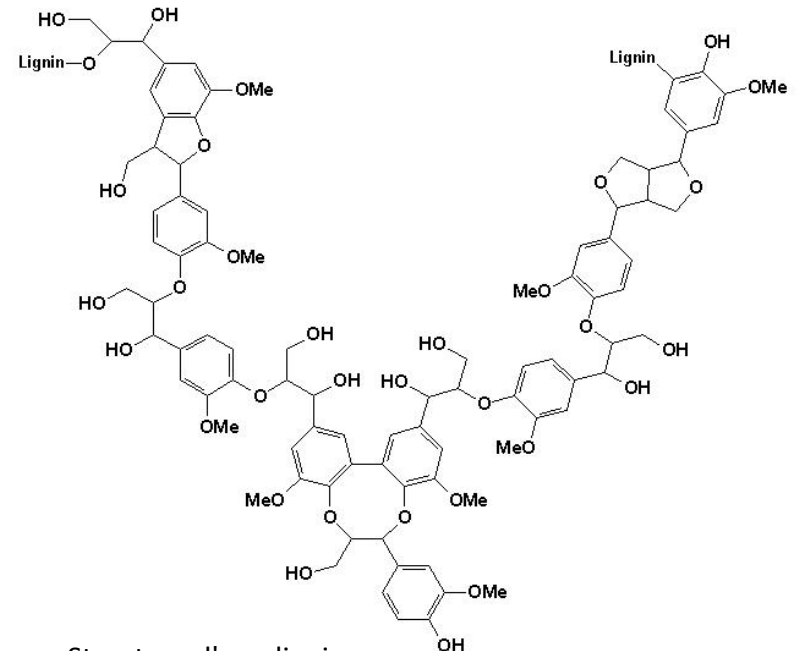
## C- Porphyrines

- sont des macrocycles constitués de quatre unités pyridiques (comportant chacune un atome d'azote) reliées entre elles par des ponts méthylène
- sont des **pigments**
- dans le monde végétal de tels pigments : les **chlorophylles** par exemple sont constituées d'un noyau tétrapyrrolique métallé par du magnésium et portant comme substituant notable un alcool à longue chaîne, le phytol. Ces molécules, par absorption de photons et transfert d'énergie, sont à l'origine de la **photosynthèse**
- Les chlorophylles a et b, qui peuvent être abondamment extraites des feuilles des végétaux, sont à la base d'un grand nombre de préparation de porphyrines et dérivés.
- La méthanolyse de la chlorophylle fourni la chlorin-e6 triméthyl ester. De même, le traitement de la chlorophylle a suivant diverses conditions, suivie d'une méthanolyse permettent d'obtenir la phylloporphyrine XV diméthyl ester et la pyrroporphyrine XV diméthyl ester.

## II.4- Les lignines

- La lignine est le terme générique d'un vaste groupe de polymères aromatiques composés de structures phénylpropane méthoxylées
- constitue le seul groupe de polymères biosynthétisés à squelette aromatique. Ces polymères sont déposés principalement dans les parois secondaires des cellules, les rendant rigides et imperméables.
- protège les polysaccharides de la paroi cellulaire de la dégradation microbienne en leur conférant une résistance à la pourriture
- présente principalement dans les plantes vasculaires
- seule source de carbone aromatique généré dans la nature
- en pharmacie: c'est une source de synthèse de la vanilline ou aldéhyde aromatique

(C<sub>8</sub>H<sub>8</sub>O<sub>3</sub>)



Structure d'une lignine



# IV-Métabolisme secondaire

## 4.1- Gommages et mucilages

Ce sont des saccharides hétérogènes qui ont la propriété commune de gonfler au contact de l'eau donnant ainsi une masse gélatineuse ou des solutions colloïdales.

### 4.1.2 Les gommages

La formation des gommages caractérise essentiellement les fabacées.

- **Gomme arabique:** Produite par différents arbres et arbustes en particulier des espèces du genre *Acacia*
- **Gomme adragante :** Elle est extraite des différents *Astragalus*.



*Prunus* sp

- **Gomme guar :** Elle est obtenue des graines de *Cyamopsis tetragonolobus* (plante herbacée originaire des Indes).

- **La gomme de caroube** est extraite à partir de l'albumen des graines de *Ceratonia siliqua* du fait de sa richesse en galactomannanes.



Agroalimentaire: épaississant connu sous le code normalisé E410

Utilisé dans le secteur pharmaceutique (médicaments, sirops...).

- **Gommes provenant d'algues marines** : carraghénanes (ou carraghénates), agar-agar, alginate.

#### 4.1.3. Les mucilages

- **Le konjac**: Les tubercules de *Amorphophallus onjac*, cultivé au Japon (notamment pour préparer le Konnyaku).
- **Le lin**: les graines du *Linum usitatissimum* (linacées).
- **Le psyllium**: les graines du *Plantago psyllium* ou *Plantago renaria*.
- **La mauve**: les feuilles et les fleurs de *Malva silvestris*
- Les graines de *Lepidium*



## 4.2- Composés aromatiques (Phénols):

### Définitions:

Ce sont des substances possédant un cycle aromatique portant un ou plusieurs groupements hydroxyles.

Le phénol est aussi connu sous le nom d'acide carbolique ou d'acide phénique. Ce sont des alcools aromatiques produits par les végétaux .

### Classification

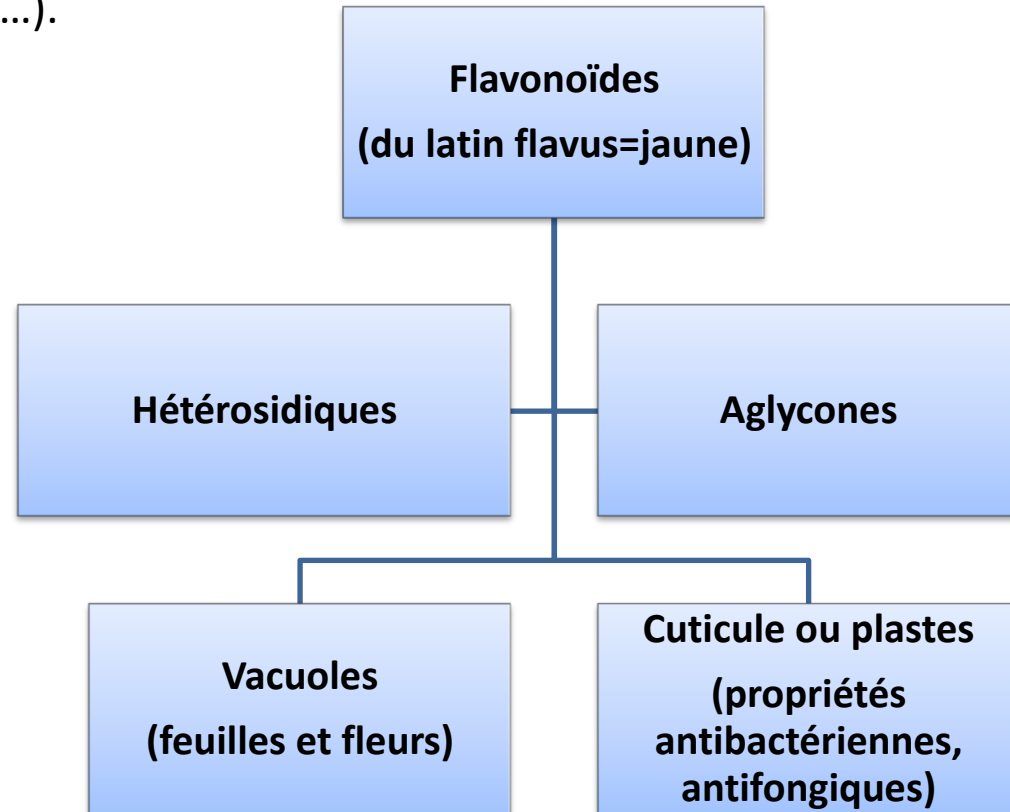
#### 4.2.1- Dérivés phénoliques

- Flavonoïdes
- Tanins
- Anthocyanes

## a- Les flavonoïdes

Substances pigmentaires végétales responsables de la couleur variée des fleurs et des fruits

Elles jouent un rôle contre le vieillissement en entravant l'action des radicaux libres, c'est-à-dire qu'ils luttent contre l'oxydation des cellules et la dégradation des molécules nécessaires à la vie cutanée (collagène, élastine, ADN...).



Les anthocyanosides: couleur rouge et mauve;

Les chalcones, les aurones et les flavonols jaunes: couleur jaune;

Les flavones-anthocaynosides: bleu

Les anthracénosides: couleur jaune ou rouge-orange

Il existe 10 classes dont:

## b-Tanins

### Phénol et sucre



Répondus dans tous les végétaux

- Rosacées, éricacées, fabacées, sterculiacées (cacao, cola,...), fagacées (chêne, hêtre,..)
- Racine, feuilles, fruits

Les tanins ont des effets astringents

## c- Anthocyanes (ou anthocyaniques ou anthocynosides)

- du grec *anthos=fleur et kyanos =bleu*
- dérivés de l'acide cyanhydrique
- hétérosides des anthocyanidines

Tous les végétaux  
Feuilles, pétales et fruits  
(fraises, mûres, cerises,  
prunes, framboises,  
mûrons, cassis, groseilles,  
airelles, myrtilles, fruits  
du sureau, raisins, choux  
rouges, oignons rouges,  
aubergines, mauve,.....

Propriétés antioxydantes  
Dose modeste, dans une  
plante donnera des  
vertus antiseptiques  
E163 additif alimentaire  
(peau de raisin)

## 4.3- Terpènes

- **Définition:**

Les **terpènes** constituent le plus grand ensemble des métabolites secondaires des végétaux, notamment les conifères. Ils sont également rencontrés chez les: algues, mousses, champignons.

Les **terpènes** sont une classe d'hydrocarbures, ce sont des composants majeurs de la **résine**, de l'essence **térébenthine** produite à partir de résine et des huiles essentielles.

- **Classification**

➤ **iridoïdes, Saponosides, Huiles essentielles**

### a- Iridoïdes

Monoterpènes  
(composés qui  
comportent 10 atomes  
de carbones)  
caractérisés par un  
squelette de type  
iridiane

Présents chez les végétaux  
supérieurs notamment  
chez les dicotylédones

Valérianacées (Valériane : *Valeriana officinalis* ); Pedaliacées  
(Harpagophyton ou « griffe du diable » *Harpagophytum procumbens* );  
oléacées (Olivier : *Olea europea* )  
Rares chez les champignons  
Existents à l' état halogéné chez les  
algues

Anti-inflammatoire,  
anti-bactériennes, anti-  
fongiques, anti-virales  
et trypanocides

## a- Iridoïdes

Monoterpènes  
(composés qui  
comportent 10  
atomes de  
carbones)  
caractérisés par un  
squelette de type  
iridiane

Présents chez les végétaux  
supérieurs notamment chez  
les dicotylédones

Valérianacées (Valériane : *Valeriana  
officinalis* ); Pedaliacées  
(Harpagophyton ou « griffe du diable  
» *Harpagophytum procumbens* );  
oléacées (Olivier : *Olea europea* )

Rares chez les champignons

Existents à l' état halogéné chez les  
algues

Anti-inflammatoire,  
anti-bactériennes,  
anti-fongiques, anti-  
virales et  
trypanocides



## b-Saponosides

Hétérosides de stérol ou de triterpène .

- Le mot « sapo » veut dire savon
- Très répandus chez les végétaux sont surtout
- Définis par leur propriété de mousser fortement quand ils sont agités
- En solution aqueuse, ils sont, en outre, plus ou moins hémolytiques

Ecorce de la racine de la Réglisse (*Glycyrrhiza glabra* - Fabaceae)

Racine du ginseng (*Panax quinquefolium*, Araliaceae)

Racine du Petit Houx (*Ruscus aculeatus*)

Feuilles du Lierre grimpant (*Hedera helix*, Araliaceae)

Feuilles et tiges de la Saponaire (*Saponaria officinalis*, Caryophyllacées)

- Propriétés tensioactives et aphrogènes (pouvoir moussant).
- Analgésiques
- Anti-inflammatoires,
- Antioedémateuses

## c- Huiles essentielles


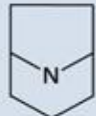
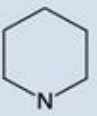
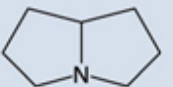
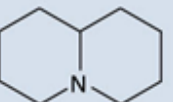
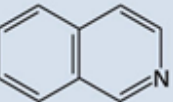
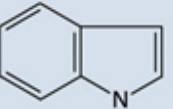
- ✓ Ce sont des mélanges de molécules complexes, généralement odorants et volatils, Comprenant en particulier des terpènes (hydrocarbures non aromatiques) dérivés de l'isoprène et non des benzènes et des composés oxygénés (alcools, aldéhydes, cétones).
- ✓ 8 classes: les carbures sesquiterpéniques et terpéniques (**Limonène**-Citron)
  - les alcools (**Linalol**-Coriandre)
  - les esters et alcools (**Menthol**-Menthe)
  - les aldéhydes (**Citronellal**-*Eucalyptus citriodora*)
  - les cétones (**Thyone**-Sauge)
  - les phénols (**Eugénol**-Girofle)
  - les éthers (**Anéthol**-Fenouil, **Eucalyptol**-*E. globulus*)
  - les peroxydes (**Allicine**-Ail)
- ✓ Sont particulièrement abondantes chez les lamiacées (labiées), les apiacées, les rutacées et les lauracées
- ✓ Elles possèdent des propriétés antiseptiques pulmonaires (feuilles d'eucalyptus)
- ✓ Elles possèdent des propriétés dépuratives et hypotensives (ail des ours)
- ✓ Elles possèdent des propriétés cicatrisantes (lavande)
- ✓ Elles possèdent des propriétés antispasmodiques (matricaire)

## 4.4- Les alcaloïdes (composés azotés)

- ✓ Ce sont des substances azotées (végétaux, champignons, quelques animaux)
- ✓ Substances organiques (composées de carbone, d'hydrogène, d'oxygène, d'azote, parfois de soufre), Sont des dérivés des acides aminés
- ✓ Généralement, extraites des **dicotylédones** (papavéracées, apocynacées, solanacées, Fabacées et rubiacées)
- ✓ Tous les organes peuvent en contenir
- ✓ Certains ont une action sur le système nerveux
- ✓ D'autres agissent sur le système circulatoire et sur l'appareil respiratoire
- ✓ Environ 20 % des espèces de plantes produisent des alcaloïdes.
- ✓ La structure chimique d'environ 16 000 alcaloïdes est connue
- ✓ Les plantes les utilisent pour la plupart d'entre eux dans leur système de défense contre les herbivores et les pathogènes car ces composés sont toxiques.

**TABLE 13.2**

Major types of alkaloids, their amino acid precursors, and well-known examples of each type (Part 1)

Alkaloid class	Structure	Biosynthetic precursor	Examples	Human uses
Pyrrolidine		Ornithine (aspartate)	Nicotine	Stimulant, depressant, tranquilizer
Tropane		Ornithine	Atropine	Prevention of intestinal spasms, antidote to other poisons, dilation of pupils for examination
		Cocaine		Stimulant of the central nervous system, local anesthetic
Piperidine		Lysine (or acetate)	Coniine	Poison (paralyzes motor neurons)
Pyrrolizidine		Ornithine	Retrorsine	None
Quinolizidine		Lysine	Lupinine	Restoration of heart rhythm
Isoquinoline		Tyrosine	Codeine	Analgesic (pain relief), treatment of coughs
			Morphine	Analgesic
Indole		Tryptophan	Psilocybin	Halucinogen
			Reserpine	Treatment of hypertension, treatment of psychoses
			Strychnine	Rat poison, treatment of eye disorders

## Papavéracées



*Papaver somniferum*



Fleur de pavot à opium



Capsules de pavot



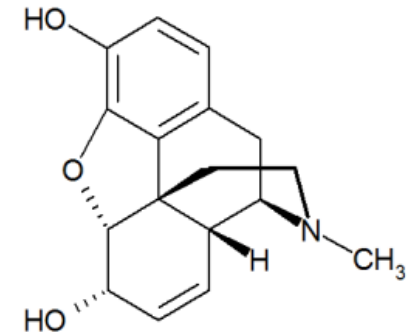
Emplacement des scarifications



Latex exsudé



Récupération de l'opium brut



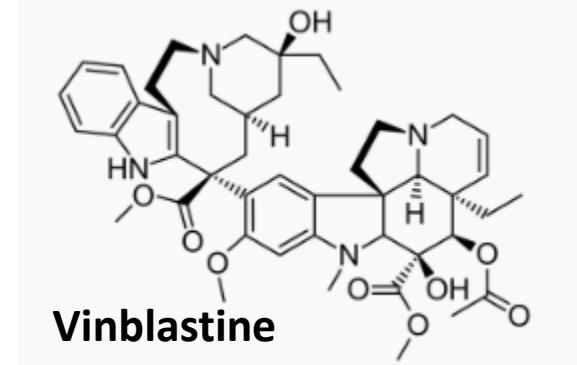
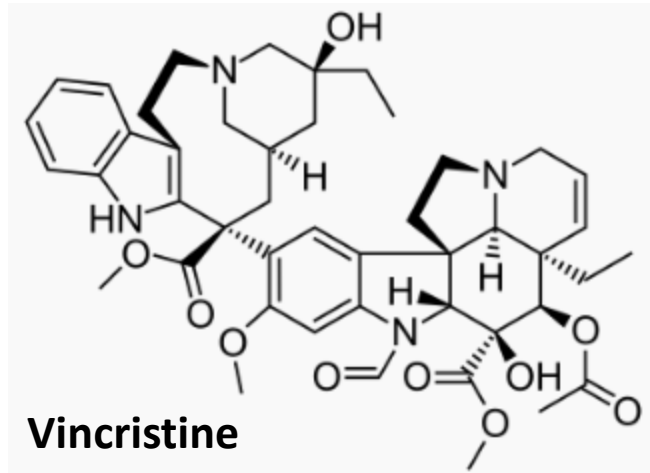
Morphine

La **morphine** est un principe actif présent de 3 à 23 % dans la capsule de la plante. D'autres molécules à vertus thérapeutiques sont extraites : **codéine**, **papaverine**, **laudanénine**, ainsi que des drogues «dures», comme **l'héroïne** ou **l'opium**.

l'alcaloïde le plus actif et celui dont les propriétés sont recherchées par les opiomanes

## Apocynacées

***Catharanthus roseus*** (Pervenue de Madagascar): Alcaloïdes anticancéreux tels que la catharanthine, la vindoline, la vincristine, la vinblastine.



***Nerium oleander*** (Laurier-rose): le principal alcaloïde oléandrine



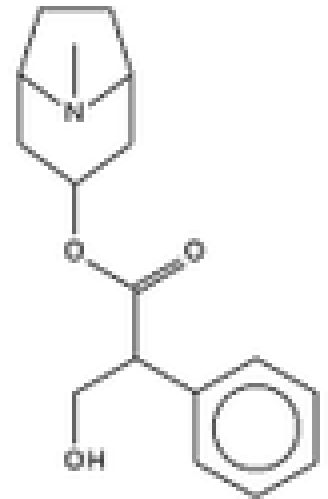
Toutes les parties de la plante contiennent des glycosides cardiotoniques dont l'action sur le cœur est proche de celle de la digitale pourpre (*Digitalis purpurea*).

## Solanacées

Les espèces alimentaires contiennent des alcaloïdes dans les **feuilles**, les **tiges** et les **racines**, mais les **parties comestibles** (tubercule de la pomme de terre, fruits des tomates, aubergines et piments) en sont dépourvues.

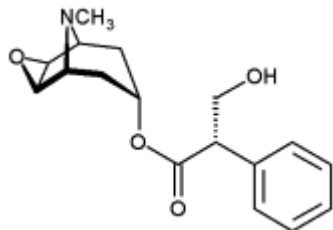


**Capsule de *Datura***



**Atropine**

***Datura stramonium*** Herbe du diable, Herbe aux sorciers, Herbe des magiciens, Herbe aux voleurs, Chasse-taupe, Endormie, Pomme épineuse, Stramoine...



**Scopolamine**

**Autres alcaloïdes tropaniques:** l'hyoscyamine.

**Toutes les parties de la plante et les graines en contiennent.**

## Espèces similaires



***Atropa belladonna***  
(Herbe du diable)



Les jusquiames (*Hyoscyamus sp.*)  
sont cependant moins dangereuses  
que le datura et la belladonne.

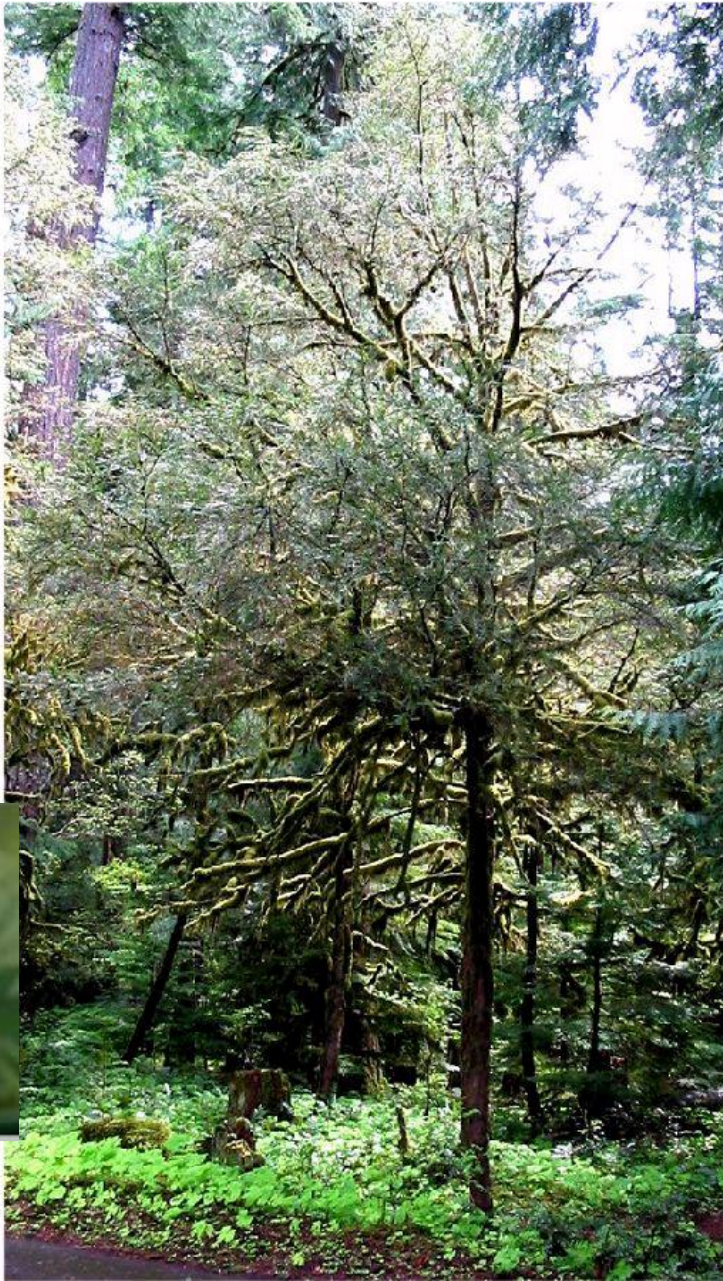
Elle est notamment mentionnée dans le papyrus d'Ebers qui date de 1500 ans avant notre ère et Avicenne en a décrit les effets hallucinogènes.



# L'If, du poison au médicament anticancéreux

Le taxol,  
médicament  
important dans  
la chimiothérapie  
Anticancéreuse  
provient de l'if

*Taxus brevifolia*



*Taxus baccata*

## 5- Hormones végétales

- ✓ Permettent la communication et la coordination des activités des cellules distantes chez un organisme, **ce sont des molécules de signalisation.**
- ✓ Il est fréquent que + hormones agissent ensemble pour régler un processus ou une activité
- ✓ Une hormone peut avoir différents effets en fonction du tissu cible
- ✓ Le système circulatoire ou vasculaire transporte les hormones de leur site de productions à leurs sites d'action

## Gibbérellines

- Stimule la croissance de la tige (dans l'ombre)
- Stimule le développement des bourgeons latéraux
- Stimule le développement des fleurs
- germination des graines
- inhibe la ramification racinaire
- faible effet sur la croissance racinaire
- Avec l'auxine, elle stimule le développement des fruits

## Auxine (A. Indoleacétique)

- Stimule la croissance de la tige (vers la lumière)
- Stimule la ramification racinaire
- Stimule le développement des tissus vasculaires
- Stimule l'allongement de la cellule
- inhibe le développement des bourgeons latéraux

## Acide abscissique

- Stimule la chute des feuilles et la dormance
- Stimule le stockage des nutriments dans les graines
- Stimule la conservation de l'eau par la fermeture des stomates
- inhibe la croissance et les activités de l'auxine et de la cytokinine
- régule avec l'éthylène le mûrissement des fruits

## Ethylène

- Stimule la maturation des fruits
- Stimule la dormance et la chute des feuilles
- Active les mécanismes de défense
- Signale le site de la blessure ou de l'agression

## cytokinine

- Stimule la croissance des racines
- Retarde la chute des feuilles
- S'oppose aux effets de l'auxine
- Avec l'auxine, elle équilibre les masses foliaires et racinaires

**Auxine+cytokinine+gibbbérelline**

**stimulent la croissance**

**Acide abscissique +éthylène**

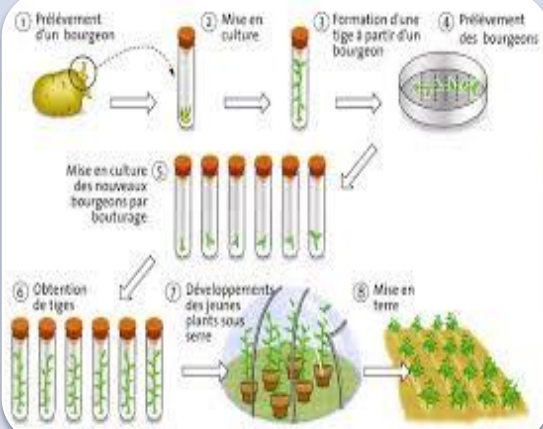
**inhibent la croissance**

## 6- Cultures Cellulaires: perspectives d'avenir

**La culture in vitro, au niveau végétal, peut être utilisée pour :**

- Reproduire à l'identique une plante et la multiplier en grande quantité pour, par exemple, réduire le coût de production ou les mettre sur le marché dans les plus courts délais.
- Préserver des espèces anciennes et/ou menacées; conserver la biodiversité
- Elaborer de nouvelles variétés de plantes plus rapidement.
- Garder des plants stériles et obtenir des plantes saines.

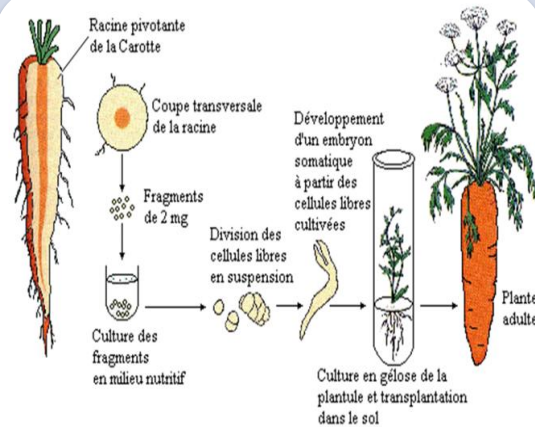
**Techniques de culture ou de clonage**



### La multiplication conforme

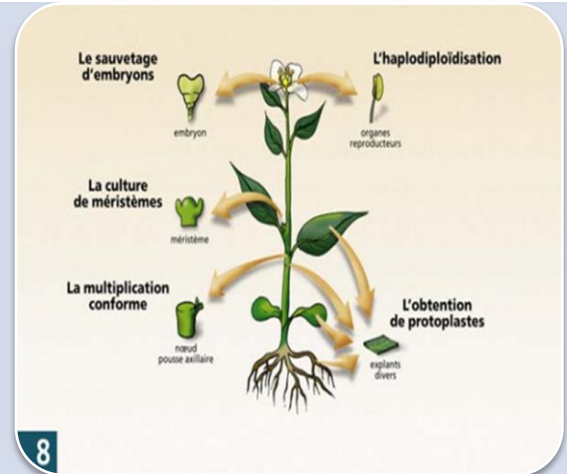
- à partir d'une cellule (totipotence)
- d'un fragment d'organe
- Elle se réalise à partir: des nœuds, des pousses axillaires

**Greffage, marcottage...**



### Embryogenèse somatique

- provoquer l'apparition d'embryons à partir des tissus
- Végétaux on obtient des embryons somatiques



### Culture des méristèmes

- Prélever l'apex (partie centrale du bourgeon) que l'on place dans un premier milieu de culture où se développe un

**cal**

## ➤ *Haplo diploïdisation (ou création de lignée pures)*

Cette technique consiste à obtenir une **plante haploïde** à partir des cellules reproductrices mâle ou femelle

Ces cellules contiennent une copie de l'information génétique qui est normalement présente dans une cellule sous forme de deux copies, c'est-à-dire deux chromosomes similaires

Au cours de la régénération, on peut réussir à doubler à l'identique cette copie

On parle **d'androgenèse** si la plante est obtenue avec une cellule reproductrice mâle (blé, riz, pomme de terre, maïs, tabac, .....)

Si elle est obtenue avec une cellule reproductrice femelle, on parle alors de **gynogenèse** (betterave sucrière, le tourne sol, pommier, .....)

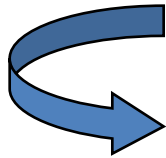
Les individus obtenus sont appelés des lignées pures

Car

ils ont la même information sur les deux chromosomes,  
on dit qu'ils sont homozygotes

## ➤ Obtention des Protoplastes

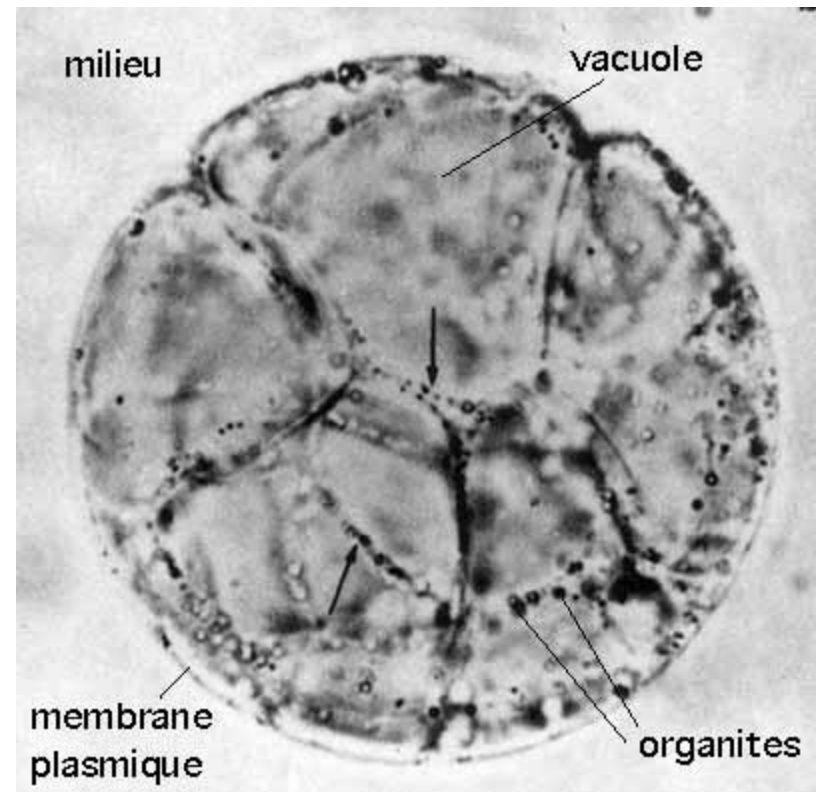
Les protoplastes sont des cellules végétales (plante, bactéries, champignons) sans paroi, obtenues expérimentalement par digestion de la paroi pecto-cellulosique par des enzymes tel que la pectynase et la cellulase



Elle apparaît alors sous forme d'une cellule sphérique limitée par sa membrane plasmique

L'intérêt de ces cellules réside dans le fait qu'il est possible de faire pénétrer dans la cellule des molécules diverses: ADN, des organites (chloroplaste, mitochondrie), des noyaux (fusion) **et effectuer des manipulations génétiques**

Toutes les espèces ne peuvent pas régénérer à partir de protoplastes et le rendement est faible (peut se faire par exemple chez les rosacées, les composées, les légumineuses, les graminées, les crucifères...)



La fusion des protoplastes offre de nombreuses possibilités:

**Elle permet de créer de nouvelles variétés  
d'introduire des caractères à hérédité cytoplasmique  
permet la transformation génétique**

La fusion de protoplastes permet le croisement entre **deux espèces éloignées**.

### ➤ **Sauvetage des embryons**

on pratique, quelques jours après fécondation, un prélèvement précoce des embryons pour les mettre en culture sur un milieu artificiel nutritif