

Métabolites secondaires

Introduction :

Les métabolites secondaires sont des molécules qui ne participent pas directement au développement des plantes mais plutôt interviennent dans les relations avec les stress biotiques, abiotiques ou améliorent l'efficacité de reproduction, Ces composés ne sont pas produits directement lors de la photosynthèse, mais résultent de réactions chimiques ultérieures. On les appelle donc des métabolites secondaires.

Ils ont un rôle dans la protection contre les herbivores, contre les radiations (UV) ...

Ils sont différents dans les différentes espèces.

En cas de stress, l'organisme passe du métabolisme I au métabolisme II.

Ils ne sont pas essentiellement nécessaires, vitaux pour la cellule, ou pour l'organisme.

-Ces molécules sont en très grand nombre, d'une variété structurale extraordinaire. Elles marquent de manière originale (identité), une espèce, famille ou genre. Elles permettent parfois une **taxonomie** chimique.

-Elles ont de nombreuses applications pharmaceutiques.

Fonctions des métabolites secondaires chez les végétaux

-Protection de l'attaque des pathogènes ou des herbivores (exp. menthe)

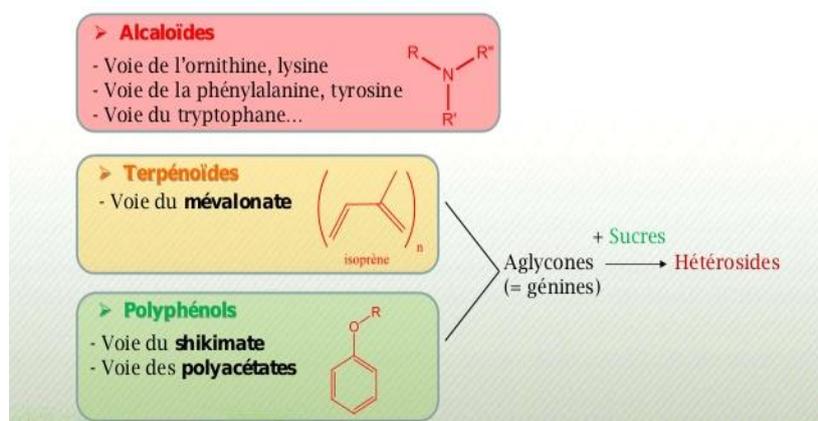
-Attraction des agents pollinisateurs et disséminateurs.

-Ils participent à des réponses allélopathiques (compétition entre les plantes pour la germination et la croissance).

On peut les diviser en trois grandes classes : alcaloïdes, terpènes et stéroïdes, substances phénoliques.

Chimiodiversité végétale

Classification en **trois groupes** principaux selon la **biogenèse**



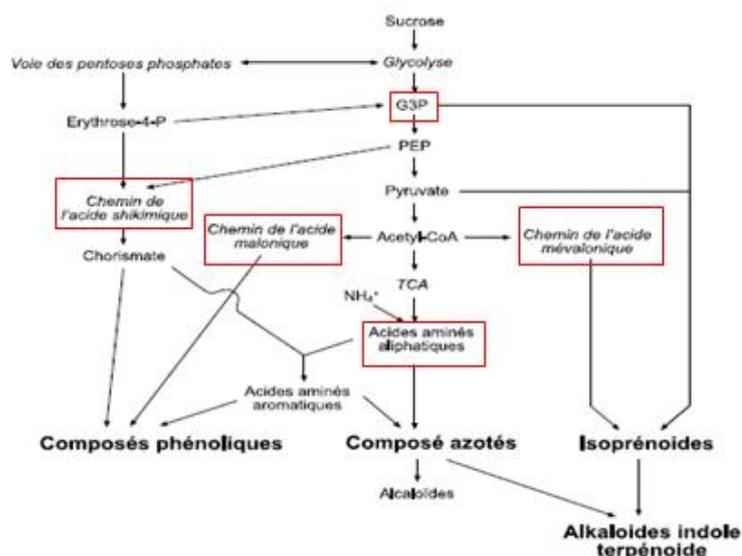
Localisation

- Retrouvés à différents organes de la plante (racine, tige, feuilles, fruits, fleurs et graines)
- Stockés parfois dans un organe autre que le lieu de synthèse.
- Localisation au niveau cellulaire, tissulaire, vacuole (nicotine, saponosides, hétérosides, tanins, anthocyanes)
- Constituants des parois (lignine).

Biosynthèse

Le métabolisme secondaire des plantes est lié au métabolisme primaire par cinq voies métaboliques principales:

- La voie de l'acide shikimique,
- De l'acide malonique,
- De l'acide mévalonique,
- Des acides aminés
- Du Glucose 3P via la voie des pentoses phosphate.



Relation entre le métabolisme primaire et le métabolisme secondaire

G3P : Glycéraldéhyde 3phosphate

PEP : Phosphoénolpyruvate

TCA : Cycle de l'acide citrique (Krebs)

I. Les alcaloïdes

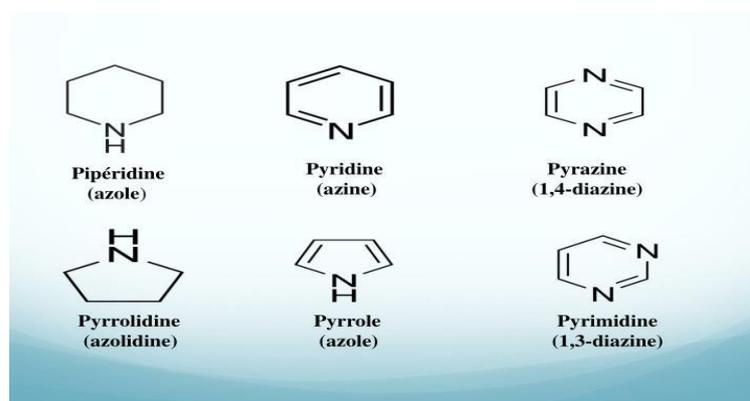
Ce sont les substances les plus importantes, organiques, azotées, ont une action physiologique et psychologique chez l'homme.

Très majoritairement d'origine végétale.

Tous les noms communs d'alcaloïdes portent une terminaison en « **-ine** ».

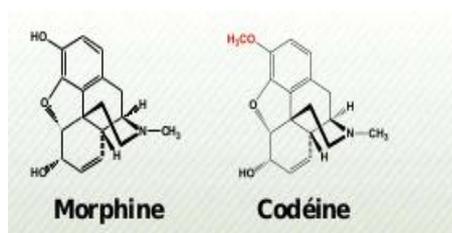
Les alcaloïdes classés en fonction de leurs précurseurs. Exemple :

- Morphine (analgésique) : *Papaver somniferum*
- Caffeine: *Coffea arabica*, *Camellia sinensis*
- Nicotine: *Nicotiana tabacum*
- Ergotamine, Ergométrine: *Claviceps purpurea*
- Vinblastine: *Vinca sp.*



Quelques précurseurs des alcaloïdes

I.1. Alcaloïdes à noyau isoquinoléine: est un composé organique aromatique hétérocyclique de formule chimique C_9H_7N .



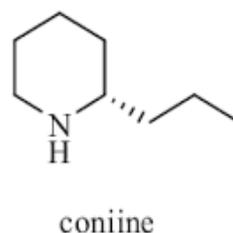
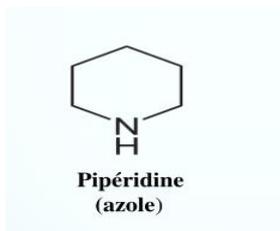
Exemples : Morphine, Codéine, Thébaine

Les pavots, *Papaver somniferum*, papavéraceae

Actions de la drogue :

- Action analgésique, stupéfiante
- Dépression respiratoire
- La morphine et ses dérivés :
 - ✓ action antitussive
 - ✓ Toxicomanogène
 - ✓ Spasmolytique (ou antispasmodique).

I.2. Alcaloïdes dérivés du noyau pipéridine : est un composé organique de formule brute $C_5H_{11}N$, c'est le principe actif du poivre, dont elle tire son nom $C_5H_{11}N$



La coniine, 2-propyl-pipéridine ($C_8H_{17}N$)

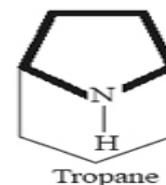
- Sédatif et analgésique très peu utilisé.
- Dose mortelle=0.2g.

I.3. Alcaloïdes dérivés du noyau tropane

un composé organique bicyclique azoté ($C_8H_{15}N$).

Atropine, hyoscyamine et scopolamine, très répandus dans les Solanaceae mydriatiques (dilatation anormale de la pupille)

(*Datura stramonium*, Jusquiame, Belladone)



- Antispasmodiques (coliques néphrétiques, intestinales, etc...)
- Sédatifs nerveux
- Broncho- dilatateurs (asthme)

❖ **Cocaïne (stupéfiant)**, Cocaïer, *Erythroxylon coca*, Érythroxyllacées

- Action sur le système nerveux central :
 - ✓ A dose faible : excitant du SNC (toxicomanie)
 - ✓ A forte dose : poison du SNC
 - ✓ A dose extrême : un dépresseur entraînant la paralysie des centres respiratoires

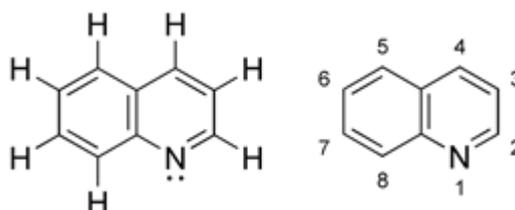
➤ Cocaïnomanie : dépendance physique et psychique

Préparation des formes galéniques : poudres, teintures, etc...

Les gargarismes ; anesthésique local.

I.4. Alcaloïdes dérivés de la quinoléine :

C'est un composé organique aromatique hétérocyclique de formule chimique C_9H_7N



Quinine et Quinidine, Cinchonine et Cinchonidine du Quinquina rouge : *Cinchona succirubra* (Rubiaceae).

- Action anti malarique : préventif ou curatif.
- Action antipaludique

II. Les terpènes et stéroïdes

II.1 Les terpénoïdes

Ils sont formés par la polymérisation des unités d'isoprène (à 5 atomes de carbone) C_5H_8 . C'est la plus vaste catégorie de métabolites secondaires, existent chez toutes les plantes.

Classification

- Monoterpènes. C_{10} (n=2)
- Sesquiterpènes. C_{15} (n=3)
- Diterpènes. C_{20} (n=4)
- Sesterpènes. C_{25} (n=5)
- Triterpènes. C_{30} (n=6)
- Tetraterpènes. C_{40} (n=8)
- Polyterpènes (> C_{40}) c'est le caoutchouc naturel

II.1.1. Huiles essentielles

C'est un mélange complexe, actif physiologiquement d'origine végétale communément appelé essence : nom générique sous lequel on regroupe les produits aromatiques, volatils et d'origine végétale

Constituées essentiellement de Terpènes, alcool, aldéhydes, cétones, se rapprochant des huiles fixes par leur propriétés physiques mais s'en éloignent par leur volatilité et leur odeur. Elles ont souvent une fonction de défense contre les insectes et les herbivores.

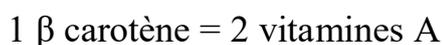
Elles sont souvent utilisées pour leur fonction antiseptique ou pour leur odeur comme arômes ou parfums.

- ✓ Au niveau de tube digestif : stomachique, eupeptiques, carminatifs (ex. essences de badiane, menthe, verveine), cholagogues ou cholérétiques (sauge)
- ✓ Propriétés antiseptiques : respiratoires (huiles essentielles de pin, eucalyptus) ou urinaires
- ✓ Propriétés stimulantes du système nerveux central : anéthol
- ✓ Anti inflammatoires, cicatrisantes (lavande, romarin, sauge...)

II.1.2. Les caroténoïdes

Les caroténoïdes sont des pigments tétraterpéniques ($C_{40}H_{56}$) présents en grande quantité dans les chromoplastes et dans les chloroplastes aussi, mais la couleur est couverte par celle des chlorophylles.

-Présents dans les fruits (tomates, oranges, citrons), les fleurs, les racines (carotte, pomme de terre) auxquels, ils donnent la pigmentation.

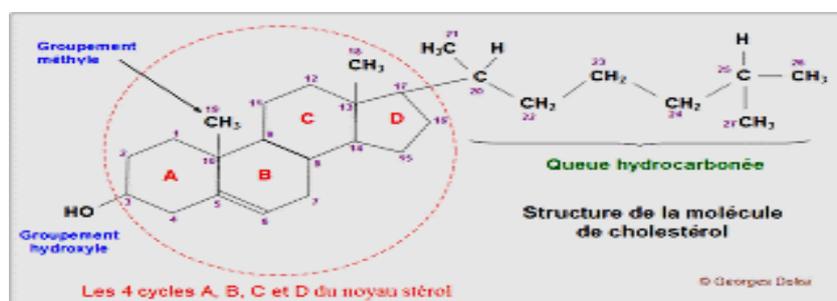


Dans les compléments alimentaires, ils sont proposés pour leurs propriétés antioxydantes. On leur prête le pouvoir de prévenir les maladies cardiovasculaires, certains cancers et certaines affections des yeux liées au vieillissement (dégénérescence de la rétine) ainsi que de stimuler les défenses immunitaires des personnes âgées.

II.2. Stéroïdes

Les stéroïdes sont un groupe de lipides dérivant de triterpénoïdes (lipides à 30 atomes de carbones) Les stéroïdes sont des molécules qui partagent toutes le même *squelette* de base : le noyau stérol

Le plus abondant et le plus connu des stéroïdes est le cholestérol



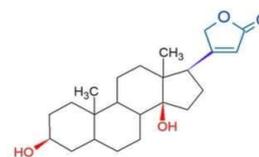
II. 2.1 Hétérosides : Leur structure comporte une partie glucidique et une partie aglycane (génine) : La génine est de nature stéroïdique.

II.2.1.1. Hétérosides de cardénolides

Digoxine, digitoxine (Digitale laineuse et pourrée) à effets pharmacologiques Inotrope positif (augmentation de la force de contraction).

Chronotrope négatif (diminution de la fréquence cardiaque).

Dromotrope négatif (diminution de la vitesse de conduction atrio-ventriculaire), en cas d'insuffisance cardiaque.



II.2.1.2. Hétérosides phénoliques monocycliques

Exp : Saule : *Salix alba*, Salicacées

Drogue : écorce (salicoside)

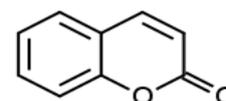
Sert à la préparation de l'aspirine, c'est un anti-rhumatismal.

II.2.1.3. Hétérosides coumariniques

Khella: *Amni visnaga* ; Ombellifères

Drogue : fruit (khelline)

Utilisé contre les colliques néphrétiques, la toux et l'asthme.



Coumarine

II.2.1.4. Hétérosides anthracéniques

Séné : *Cassia angustifolia* ; Légumineuses

Drogue : feuilles

Laxatif, Purgatif.



II.2.1.5. Saponosides (Saponosides à génine triterpénique ou à génine stéroïdique.

à propriétés tensioactives et action hémolytique.

Exp : Réglisse, *Glycyrrhiza glabra* (Glycyrrizine), antitussive et antiulcéreuse.

III. Les Molécules Phénoliques

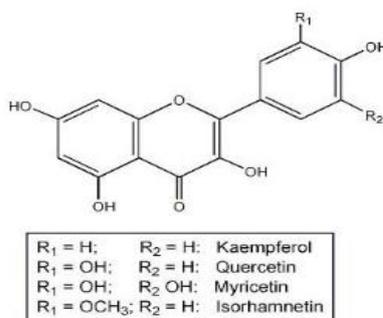
Les molécules phénoliques sont des composés qui contiennent un groupe phénol (anneau aromatique avec un groupe hydroxyle).

-Ils sont typiques des plantes terrestres vasculaires.

Quelques classes de molécules phénoliques :

III.1. Flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des substances présentes dans les plantes. Ils sont à l'origine des teintes brunes, rouges et bleues des fleurs et des fruits. Certaines plantes sont réputées pour leur richesse en flavonoïdes : par exemple, le thé, le raisin, les oignons, les pommes, le cacao, la grenade ou encore le café).



Le 2-phénylchromane, squelette carboné des flavonoïdes

-Il y a au moins 4 500 types de flavonoïdes.

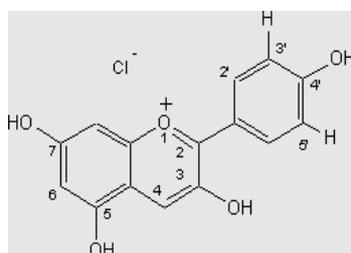
Ils ont des fonctions multiples :

- interaction plantes-animaux (ex. attractions des pollinisateurs par la couleur des fleurs et transporteurs des grains dans les fruits)
- protection du rayonnement UV.

III.1.1. Anthocyanes

Les anthocyanes sont des pigments hydrosolubles responsables de la coloration rouge, rose, mauve, pourpre, bleu, ou violette de la plupart des fleurs, des fruits et parfois des feuilles. Leur structure de base est constituée par un système tricyclique aromatique à quinze atomes de carbone : le cation flavylum.

Le cation flavylum le plus simple, sans aucun substituant sur les cycles, produit une couleur jaune orangée. L'emplacement des groupes hydroxyles offre toutes les nuances entre le jaune et le rouge.



Le cation flavylum

Leur fort pouvoir colorant, leur solubilité en milieu aqueux et leur absence de toxicité font des anthocyanosides des **colorants naturels** susceptibles de remplacer les colorants synthétiques utilisés dans l'industrie agroalimentaire. Enfin, leur activité antioxydante laisse

supposer que leur apport par l'alimentation pourrait jouer un rôle bénéfique dans la santé humaine, notamment dans le domaine des risques cardiovasculaires.

III.2. Les lignanes

- Dimère des unités de phénylpropane.
- Plusieurs activités
 - ✓ Antiviral
 - ✓ Anticancéreux
 - ✓ Antimicrobien
 - ✓ antioxydant

III.3. Les Tannins

Les tanins sont des substances non azotées d'origine végétale, de structure polyphénolique, de saveur astringente et ayant la propriété commune de tanner la peau c'est –à-dire de la rendre imputrescible et imperméable en se fixant sur les protéines.

Chêne à galles : *Quercus infectoria* (Fagacées), Fournit le **tanin officinal**

- Arbuste du bassin méditerranéen ;
- Drogue : noix de galle : La drogue renferme 60 à 70% de tanins galliques.
- Cette drogue est utilisée comme astringent par voie externe notamment en cas de brûlures, dermatoses et également comme hémostatique.
-

Galle de Chêne

