

II.1.Définition des métabolites

Les métabolites sont les produits intermédiaires du métabolisme. Le terme métabolite est généralement, par définition, limité à de petites molécules. Les métabolites ont diverses fonctions, y compris l'énergie, la structure, la signalisation, un stimulant et des effets inhibiteurs sur les enzymes[1].

Chez les plantes, les métabolites secondaires sont importants à la survie et à la propagation de l'espèce. Il joue chez celles-ci différents rôles, comme des phéromones ou des signaux chimiques permettant à la plante de s'adapter à l'environnement [1,2].

Chez les plantes, il existe deux grandes classes des métabolites :

II.1.1.Métabolites primaires

Métabolites primaires sont des molécules organiques qui se trouvent dans toutes les cellules de l'organisme d'une plante pour y assurer sa survie. Ils sont classés en quatre grandes catégories: les glucides, les lipides, les acides aminés et les acides nucléiques [2].

II.1.2.Métabolites secondaires

Ces produits, à structure chimique souvent complexe sont très dispersés et très différents selon les espèces. Ils pourraient jouer un rôle dans la défense contre les herbivores, et dans les relations entre les plantes et leur environnement [3,4].

II.2.Classification des métabolites secondaires

On distingue classiquement quatre grandes catégories de métabolites secondaires chez les végétaux[4,5] :

- ✓ Les composés phénoliques
- ✓ Les saponines
- ✓ Les alcaloïdes et composés azotes
- ✓ Les composés terpéniques.

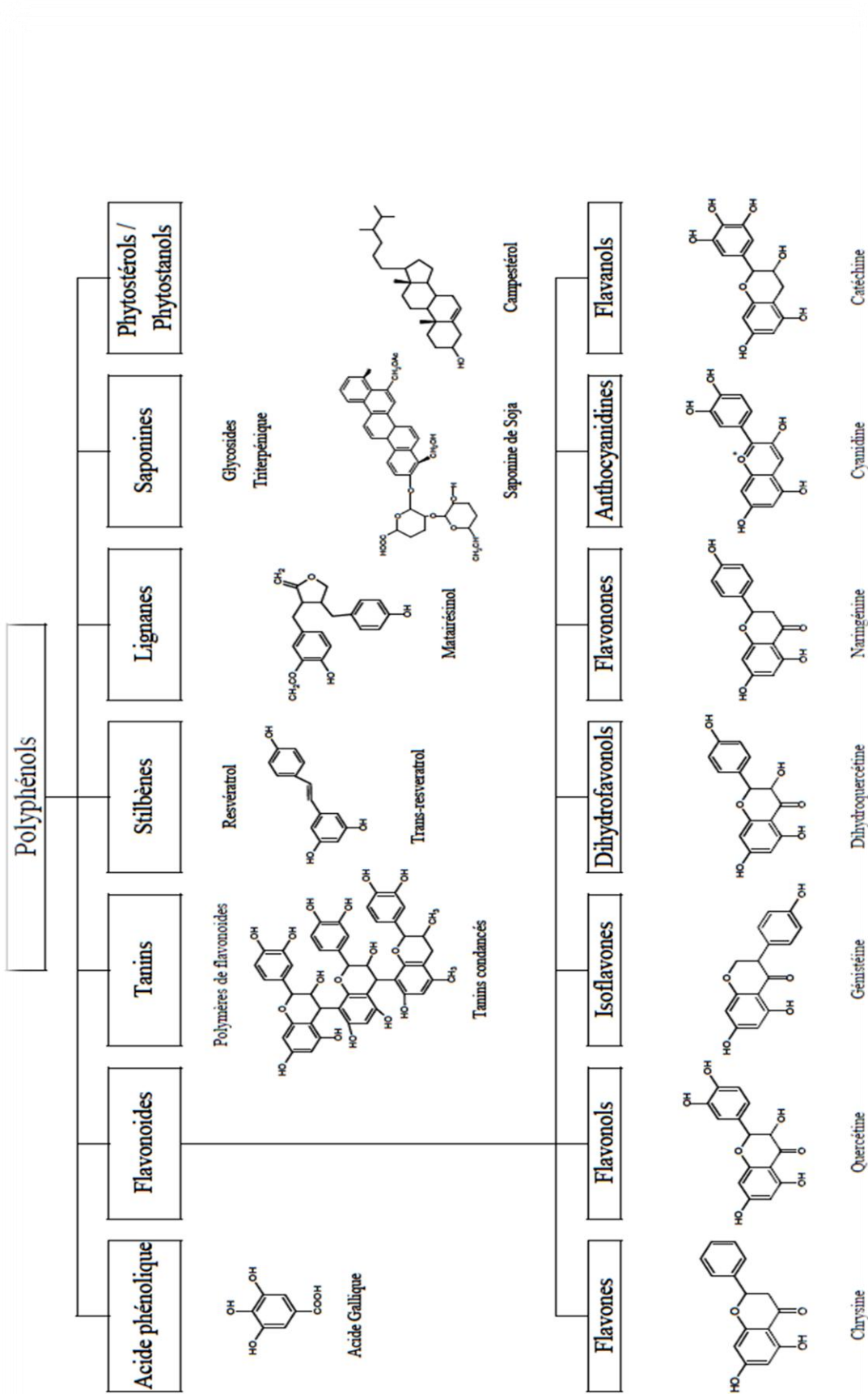
II.2.1. Les composés phénoliques

Les composants phénoliques sont des métabolismes secondaires caractérisés par la présence d'un cycle aromatique portant des groupements hydroxyles libres ou engagés avec des glucides. Ils sont présents dans toutes les parties des végétaux (racines, tiges, feuilles, fleurs, pollens, fruits, grains et bois) [6].

Les composés phénoliques (acides phénoliques, flavonoïdes simples et proanthocyanidins) forment le groupe des composés phytochimiques le plus important des plantes ; sont des molécules biologiquement actives [7,8].

Ils sont largement utilisée en thérapeutique comme vasoconstricteurs, anti-inflammatoires, inhibiteurs enzymatiques, antioxydants et anti-radicalaires, antimicrobiens [9,10].

Les différentes classes des composés phénoliques sont regroupées dans la figure suivante (**fig.II.1**)



FigII.1 :Les différentes classes des composés phénoliques

Parmi les polyphénols on distingue :

II.2.1.1. Les flavonoïdes

Le terme flavonoïde regroupe une très large gamme de composés naturels polyphénoliques. On distingue différents types de noyaux : flavones, flavonols, flavanones, flavanonols, flavanes, flavan-3-ols, flavylum, chalcones, aurones, isoflavones, isoflavonols, isoflavanes, ptérocarpanes, coumaronochromones, 3-arylcoumarines, coumestanes, roténoïdes etc[11].

Les flavonoïdes ont tous une origine biosynthétique commune et par conséquent, possèdent tous un même squelette de base de quinze atomes de carbones constitué de deux unités aromatiques, deux cycles en C6 (A et B) reliés par une chaîne en C3 [12].

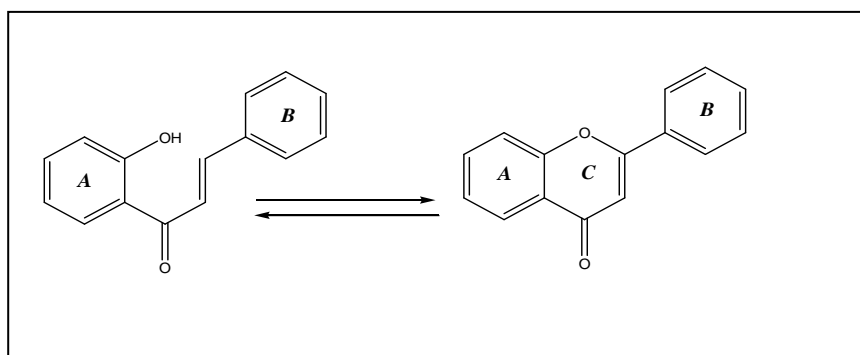


Fig.II.2. Structure de base d'un Flavonoïde.

Ils sont très présents dans les feuilles, les graines, l'écorce et les fleurs de plante, cette présence est en grande partie influencée par des facteurs génériques et des conditions environnementales [12].

❖ Activités biologiques et thérapeutiques des flavonoïdes

- Activité anti-inflammatoire

De nombreux travaux semblent indiquer que les flavonoïdes possèdent des propriétés anti-inflammatoires. Sous l'action de la cyclooxygénase (CO) et la lipooxygénase (LO), l'acide arachidonique se métabolise respectivement en prostaglandines, et leucotriènes

induisant ainsi des phénomènes inflammatoires. Les flavonoïdes inhibent la synthèse des eicosanoïdes par inhibition de l'activité de LO et CO, aussi ils provoquent l'inhibition de la peroxydation non enzymatique des acides gras poly insaturés nécessaires pour l'activation de ces oxygénases ce qui provoque un effet anti-inflammatoire [13].

- Flavonoïdes comme inhibiteurs enzymatiques

Les favonoïdes sont des inhibiteurs enzymatiques, ils inhibent plusieurs enzymes intervenant dans divers mécanismes biologiques, il inhibent l'histidine décarboxylase, l'élastase, la hyaluronidase ce qui permettrait de conserver l'intégrité de la substance fondamentale de la gaine vasculaire. Par ailleurs, les flavonoïdes peuvent inhiber la promotion de tumeur à travers un effet inhibiteur sur la phosphoxylase C et la protéine kinase [14].

- Activités cardiovasculaires

Les favonoïdes sont des composés veinoactifs, ils sont capables de diminuer la perméabilité des capillaires sanguins et de renfoncer leur résistance. Cette action est appelée (vita-minique P). En plus les flavonoïdes protègent LDL de l'oxydation et par conséquent empêchent la formation des plaques athérosclerotiques, aussi, ils ont des effets antithrombotiques à travers l'empêchement de l'agrégation plaquettaire [15].

- Activité antioxydante

Les flavonoides possèdent une forte activité antioxydante qu'est le principe de plusieurs activités biologiques douées par ces molécules. L'activité du piégeage des radicaux libres est l'un des mécanismes importants de l'activité antioxydante, pour les flavonoides, ce mécanisme est lié à leur structure et de l'arrangement des groupements hydroxyyles [16].

- Effet anticancéreux

Certains flavonoides possèdent une activité antitumorale et anticancérogénique significative. Par blocage de la production de la tumeur de la peau, la quercétine peut être considérée effectif dans la prévention du cancer de la peau, l'inhibition de la glyoxylase par la quercétine peut être expliquée son activité anticancerogène [16].

- **Activité antimicrobienne**

Les flavonoïdes possèdent des propriétés antimicrobiennes

Ils sont capables d'agir au niveau de la synthèse des protéines virales. ont également montré une corrélation entre l'effet inhibiteur de certains flavonoïdes sur divers virus d'herpès et leur capacité à augmenter les taux intracellulaires en AMPC dans les cellules infectées, des travaux ont mis en évidence un impact des flavonoïdes sur le rétrovirus HIV responsable du syndrome d'immunodéficience acquise (SIDA), aussi les flavonoïdes se sont avérés de bons inhibiteurs de transcriptase reverse[16].

- **L'activité antifongique**

L'activité antifongique est aussi établie, une étude faite sur *Dianthus caryophyllus* a montré l'efficacité de ses flavonoïdes sur des souches fongiques

- ✓ L'inhibition des enzymes extracellulaires microbiennes.
- ✓ Séquestration de substrat nécessaire à la croissance microbienne ou la chélation de métaux tels que le fer.
- ✓ L'inhibition du métabolisme microbien[17].

II.2.1.2. Les Tanins

Ils sont d'origine végétale et non azotée, ce sont des composés *polyphénoliques* de structures variées ayant en commun la propriété de précipiter les alcaloïdes, la gélatine et les protéines [18].

Les tanins sont classés en deux groupes selon leur structure chimique [19].

➤ **Tanins hydrolysables**

Ce sont des polyesters d'oses et d'acides phénols. Les oses trouvés dans ces tanins sont surtout représentés par le glucose, ces tanins sont de deux types [18].

- ✓ Les tanins galliques qui sont les esters d'oses (glucose) et d'acides galliques.
- ✓ Les tanins ellagiques qui sont des esters d'oses et d'acide ellagiques. Dans les deux cas, la fraction osidique est estérifiée par plusieurs molécules d'acide ellagique[18].

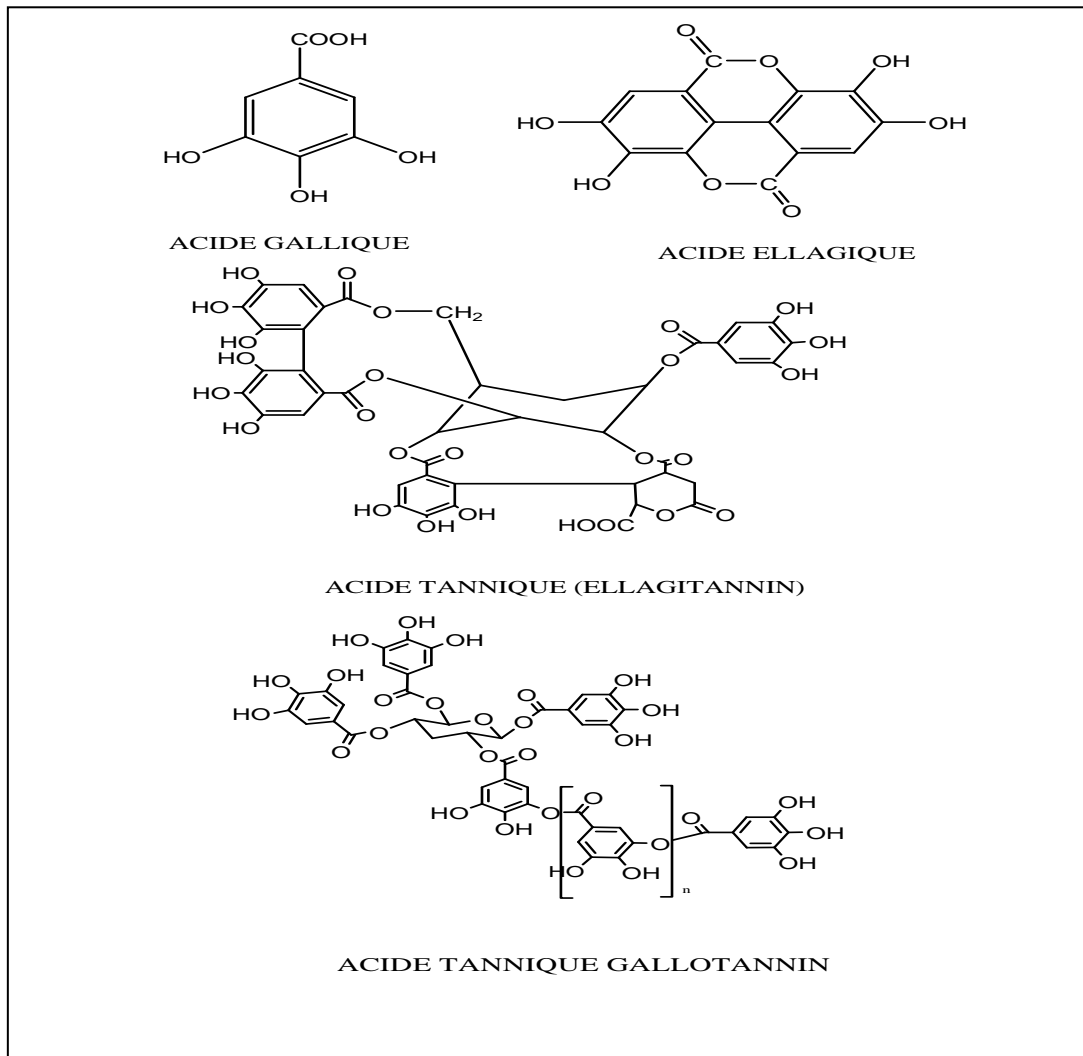


Fig .II.3.strucures des tanins hydrolysables [18].

➤ Tanins condensées

Ils ne renferment pas de sucres dans leur molécule ; ils ne sont hydrolysés ni par les acides, ni par les tannasses mais en présence d'acide forts ou d'agents d'oxydation, ils se transforment en polymères de flavan -3-ols, appelés aussi catéchines et de flavan - 3,4-diols appelés leucoanthocyanidines ou un mélange des deux [19].

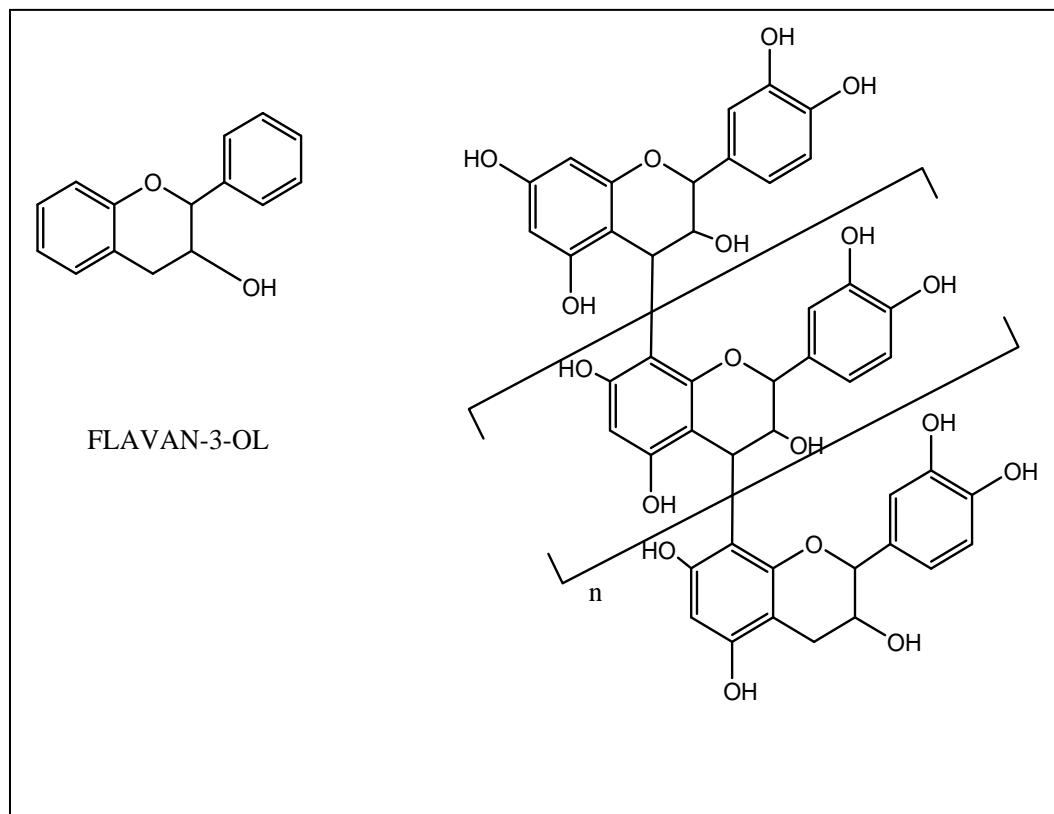


Fig .II.4 :strucures des tanins condensées [18].

Il excite aussi des autres métabolites secondaires tels que :

II.2.1.3. Saponines

Les saponines sont des métabolites secondaires hétérosidiques présents dans de nombreuses plantes et quelques organismes marins où ils auraient un rôle de défense contre des agents pathogènes extérieurs comme les champignons, bactéries et autres insectes[20,21].

Ces hétérosides sont utilisés pendant de nombreuses années comme savon d'où le nom étymologique donné à cette classe de métabolites secondaires (sapo veut dire «savon» en latin). Ces produits issus du métabolisme secondaire des plantes, sont constitués d'une partie lipophile appelée génine ou aglycone et d'une partie hydrophile osidique [22].

Les saponines possèdent de nombreuses activités biologiques plus ou moins marquées. On citera les activités antimicrobiennes, antifongiques, anti-inflammatoires, anti-hémorroïdaires et anti-appétantes[22].

Les saponines se classent en deux groupes selon la nature de leur génine qui peut être stéroïdique ou triterpénique[21].

❖ Saponines à génines stéroïdiques

Ils sont presque exclusivement présents chez les angiospermes monocotylédones et possèdent un squelette de 27 atomes de carbone qui comporte habituellement six cycles.

❖ Saponines à génines triterpènes

Ils constituent la majorité des sapogénines des dicotylédones et possèdent un squelette de 30 atomes de carbone qui comporte habituellement cinq cycles.

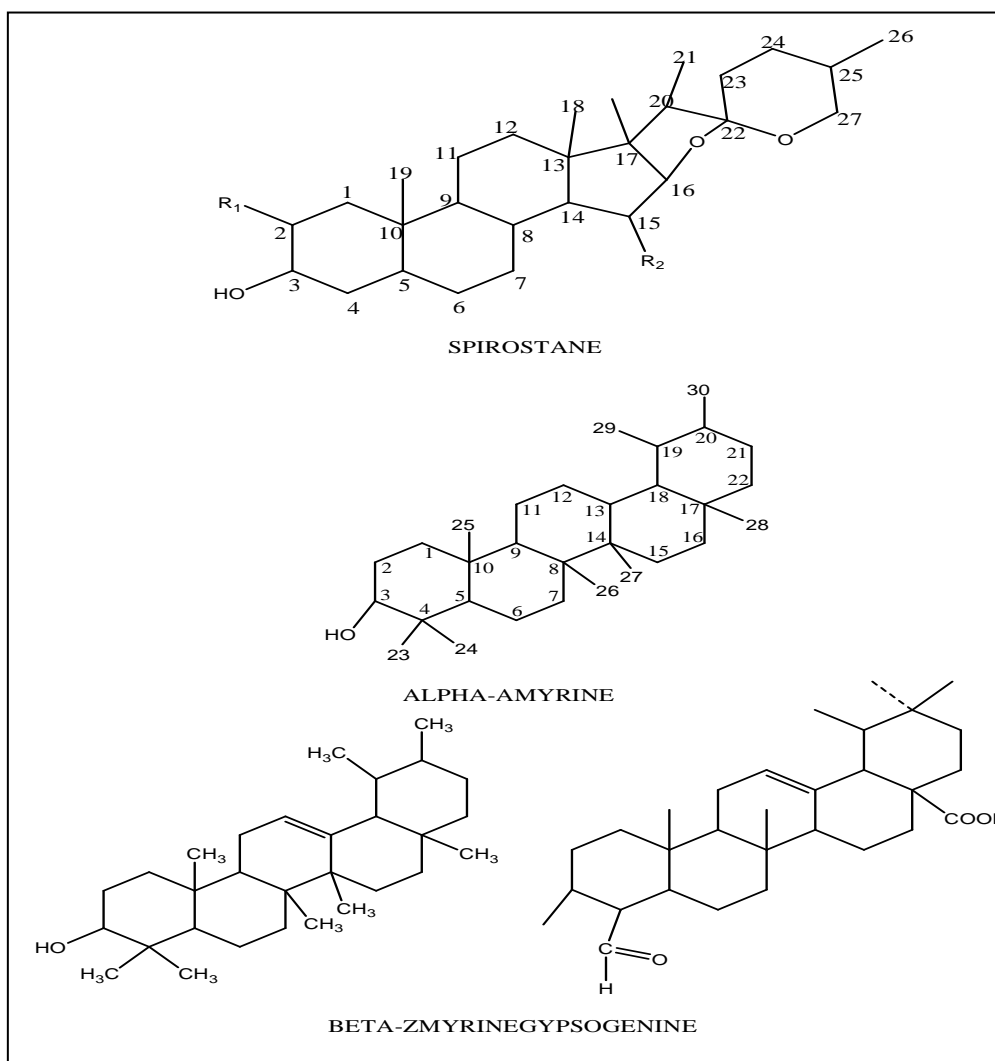


Fig.II.5: Structure générale des saponines.

II.2.1.4. Alcaloïdes

On peut définir de manière simple « un alcaloïde est une substance organique azotée (appartenant au vivant) d'origine végétale, à caractère alcalin et présentant une structure complexe » [20,24]. Leur atome d'azote est inclus dans un système hétérocyclique ; les alcaloïdes possèdent une activité pharmacologique significative [25,26].

On trouve des alcaloïdes, en tant que métabolites secondaires, principalement chez les végétaux, les champignons et quelques groupes animaux peu nombreux. Habituellement, les alcaloïdes sont des dérivés des acides aminés[25,26].

On estime actuellement que plus de 8 000 composés naturels ont été identifiés comme alcaloïdes. Tous les ans, une centaine de nouvelles molécules seraient ajoutées par les scientifiques du monde entier. Afin de pouvoir mieux maîtriser cette grande liste, trois types de classification des alcaloïdes ont été proposées suivant[27].

- ✓ leurs activités biologiques et écologiques.
- ✓ leurs structures chimiques,
- ✓ leurs voies de biosynthèse.