



HAL
open science

Contribution à l'étude des yuccas

Thierry Mazzilli

► **To cite this version:**

Thierry Mazzilli. Contribution à l'étude des yuccas. Sciences pharmaceutiques. 1987. dumas-02156700

HAL Id: dumas-02156700

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02156700>

Submitted on 14 Jun 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il n'a pas été réévalué depuis la date de soutenance.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact au SID de Grenoble :
bump-theses@univ-grenoble-alpes.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

<http://www.cfcopies.com/juridique/droit-auteur>

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

UNIVERSITE SCIENTIFIQUE, TECHNOLOGIQUE et MEDICALE
DE GRENOBLE

U.E.R. de PHARMACIE

Domaine de La Merci
LA TRONCHE

Année 1987

N° d'Ordre: 7018

contribution à l'étude des yuccas

THESE

Présentée à l'UNIVERSITE SCIENTIFIQUE TECHNOLOGIQUE, et
MEDICALE de GRENOBLE
pour obtenir le Grade de DOCTEUR EN PHARMACIE

par

MAZZILLI THIERRY

[Données à caractère personnel]

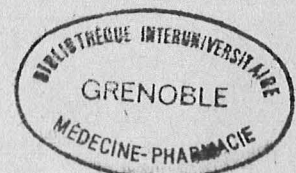
Cette thèse sera soutenue publiquement le 23 mars 1987

devant :

Madame le Professeur
Monsieur
Monsieur

A.M. MARIOTTE,
G. TAILLANDIER
M. CHAMEY

Président du Jury
Maître de Conférences
Pharmacien



UNIVERSITE SCIENTIFIQUE, TECHNOLOGIQUE et MEDICALE
DE GRENOBLE

U.E.R. de PHARMACIE

Domaine de La Merci
LA TRONCHE

Année 1987

N° d'Ordre:

contribution à l'étude des yuccas

THESE

Présentée à l'UNIVERSITE SCIENTIFIQUE TECHNOLOGIQUE, et
MEDICALE de GRENOBLE
pour obtenir le Grade de DOCTEUR EN PHARMACIE

par

MAZZILLI THIERRY



115 007997 6

[Données à caractère personnel]

Cette thèse sera soutenue publiquement le **23 mars 1987**

devant :

Madame le Professeur
Monsieur
Monsieur

A.M. MARIOTTE,
G. TAILLANDIER
M. CHAMEY

Président du Jury
Maître de Conférences
Pharmacien



Je dédie ce travail,

A mes parents et plus spécialement ma grand-mère,

qui m'ont aidé, encouragé tout au long de mes études, qu'ils trouvent ici le témoignage de ma reconnaissance et de mon affection.

A mes frères, mes belles soeurs et leurs enfants.

A tous les autres membres de ma famille.

A mes amis

A Monsieur MARISY, horticulteur, auquel je rends hommage pour son courage et sa précieuse collaboration.

J'adresse mes plus sincères et vifs remerciements à :

* Madame le Professeur MARIOTTE A.M.

Vos conseils ont grandement contribué à l'élaboration et la rédaction de ce travail. Je vous remercie et vous exprime ma profonde gratitude.

* Monsieur Taillandier G. Maître de conférences, qui me fait l'honneur de juger mon travail.

* Monsieur Chamey M.

Malgré vos obligations professionnelles, vous avez bien voulu accepter de participer à ce jury de thèse. Je vous en suis très reconnaissant.

PLAN GENERAL

INTRODUCTION

ETUDE BOTANIQUE

- I. Place dans la systématique
- II. La famille Liliacées
 - II.1. Caractères généraux
 - II.2. Les différentes sous-familles
 - II.3. Importance économique
- III. Le genre yucca
 - III.1. Répartition géographique
 - III.2. Caractères botaniques
 - III.3. Les différentes espèces
 - III.3.1. Les espèces naturalisées en Europe
 - III.3.1.1. Le Yucca filamentosa L
 - III.3.1.2. Le Yucca gloriosa
 - III.3.1.3. Le Yucca elephantipes R
 - III.3.1.4. Le Yucca recurvifolia
 - III.3.1.5. Le Yucca aloifolia L
 - III.3.2. Les espèces non naturalisées
 - III.3.2.1. Les espèces à fruit déhiscent
 - III.3.2.2. Les espèces à fruit indéhiscent
 - III.4. Les maladies des yuccas
 - III.5. La culture des yuccas

ETUDE CHIMIQUE

- I. Les hydrates de carbone
 - I.1. La cellulose
 - I.2. Les polysaccharides
 - I.2.1. Yucca filamentosa
 - I.2.2. Yucca gloriosa
 - I.2.3. Yucca glauca

- II. La vitamine C
 - II.1. Dans les feuilles
 - II.2. Dans les fleurs

- III. Les protéines
- IV. Les composés polyphénoliques
- V. Les alcaloïdes
- VI. Les acides gras
- VII. L'huile essentielle
- VIII. Les stérols libres
 - VIII.1. Différents stérols
 - VIII.2. Mode d'extraction

- IX. Les stérols conjugués ou saponosides
 - IX.1. Introduction
 - IX.2. Les méthodes d'extraction
 - IX.2.1. Le dégraissage
 - IX.2.2. L'extraction proprement dite
 - IX.2.3. L'hydrolyse
 - IX.3. Les méthodes de caractérisation
 - IX.4. Les méthodes de séparation
 - IX.4.1. La chromatographie sur papier
 - IX.4.2. La chromatographie sur colonne
 - IX.5. Les méthodes d'identification
 - IX.6. Les résultats et leurs interprétations

ETUDE PHYSIOLOGIQUE

- I. Les propriétés physiologiques
 - I.1. Chez l'homme
 - I.1.1. Activité antiarthritique
 - I.1.2. Activité hypocholestérolémiant et antihypertensive

 - I.2. Action sur les microorganismes
 - I.2.1. Sur les bactéries
 - I.2.1. Sur les levures

- I.3. Action sur les mollusques
- I.4. Action sur les végétaux

- II. Essais pharmacologiques sur l'animal
 - II.1. L'action antitumorale du Yucca glauca et du Yucca aloëfolia
 - II.1.1. du Yucca aloëfolia
 - II.1.2. du Yucca glauca
 - II.1.2.1. L'extraction des polysaccharides
 - II.1.2.1. Les résultats
 - II.1.2.2. Discussion

APPLICATIONS ALIMENTAIRES ET INDUSTRIELLES

- I. Le Yucca comme source alimentaire
 - I.1. L'utilisation des fruits
 - I.2. Les fleurs
 - I.3. Comestibilité des autres parties de la plante
 - I.4. Les saponines comme supplément nutritionnel
 - I.4.1. Effets sur le bétail
 - I.4.2. Effets sur les volailles
 - I.4.3. Effets sur les souris

- II. Le Yucca comme valeur industrielle
 - II.1. Le yucca comme source de fibres
 - II.1.1. L'extraction de la fibre
 - II.1.2. Les caractéristiques de la fibre
 - II.1.3. L'utilisation des fibres
 - II.1.3.1. En corderie, en vannerie
 - II.1.3.2. Pour le tisage artisanal
 - II.1.3.3. Pour le rembourrage des meubles
 - II.1.3.4. Pour la fabrication de matériaux composites
 - II.2. Le yucca comme source de cellulose
 - II.2.1. L'obtention de la pulpe cellulosique à partir des troncs
 - II.2.1.1. La préparation de la matière première
 - II.2.1.2. L'imprégnation de la matière première
 - II.2.1.3. La digestion des fibres

- II.2.1.4. Le défibrage
- II.2.1.5. Le blanchiment
- II.2.1.6. Conclusion
- II.2.2. L'obtention de la cellulose à partir des feuilles
 - II.2.2.1. Récolte et préparation de la matière première
 - II.2.2.2. La cuisson
 - II.2.2.3. Le lavage
 - II.2.2.4. Le défibrage
 - II.2.2.5. Le blanchiment
 - II.2.2.6. L'utilisation des fibres de cellulose

- II.3. Le yucca comme source de saponines (sarsapogénine, tigogénine, hécogénine)
 - II.3.1. Les saponines comme matière première pour la synthèse de corticostéroïdes
 - II.3.1.1. L'extraction et l'utilisation de la sarsapogénine
 - II.3.1.1.1. L'extraction de la sarsapogénine
 - II.3.1.1.2. L'utilisation de la sarsapogénine
 - II.3.1.2. L'extraction et l'utilisation de la tigogénine
 - II.3.1.2.1. L'extraction de la tigogénine
 - II.3.1.2.2. L'utilisation de la tigogénine
 - II.3.1.2.2.1. La formation de dexaméthasone à partir de la tigogénine
 - II.3.1.2.2.2. L'obtention d'autres composés
 - II.3.1.3. L'extraction et l'utilisation de l'hécogénine
 - II.3.1.3.1. L'extraction de l'hécogénine
 - II.3.1.3.2. L'utilisation de l'hécogénine

- II.3.2. Autres utilisations des saponines

- II.3.2.1. En cosmétologie
- II.3.2.2. En parfumerie
- II.3.2.3. Comme agent moussant

- II.4. Autres utilisations des Yuccas
 - II.4.1. En construction
 - II.4.2. Comme combustible
 - II.4.3. Comme additif pour plastiques
 - II.4.4. Comme fertilisant
 - II.4.5. Dans la synthèse de vanilline ^R

UTILISATIONS THERAPEUTIQUES

- I. Propriétés gastro-intestinales traditionnelles
 - I.1. Au Mexique
 - I.2. Aux Etats-Unis

- II. Propriétés anti-parasitaires
- III. Propriétés antiarthritiques
 - III.1. Aux Etats-Unis
 - III.2. En France

- IV. Propriétés métaboliques
 - IV.1. Aux Etats-Unis
 - IV.2. En France

- V. Autres propriétés
 - V.1. Aux Etats-Unis
 - V.2. En France

CONCLUSION GENERALE

BIBLIOGRAPHIE

INTRODUCTION

Les yuccas de la famille des Liliacées (à ne pas confondre avec le Yuca manihot esculenta Grantz et le Yuca manihot dulcis de la famille des Euphorbiacées) sont utilisés depuis fort longtemps, non seulement par les anciennes civilisations du sud-ouest des Etats-Unis et du Mexique, mais aussi par les Indiens du Nouveau-Mexique et de l'Arizona qui utilisent la fibre pour fabriquer des balayettes, des paniers, des peignes, des cordes, des ceintures. [30] [51].

Durant la Première Guerre Mondiale, la fibre des yuccas du Nouveau-Mexique et du Texas fut employée avec succès pour confectionner 40 000 tonnes de toile, de bandages ; mais son développement prometteur fut stoppé après la guerre [30].

Néanmoins des scientifiques allemands collectèrent les graines de ces régions et les adaptèrent aux conditions européennes. Par la suite, ils obtinrent des plantations une fibre d'une qualité comparable à celle de la laine. On pensait donc utiliser la fibre des yuccas comme substituant de la laine, mais ce projet fut abandonné faute de trouver un moyen peu onéreux pour séparer la fibre des autres constituants de la feuille.

Pendant la Seconde Guerre Mondiale la fibre de yucca fut de nouveau utilisée et des usines d'extraction furent construites à Kingman (Arizona). Cette voie fut, elle aussi, abandonnée peu de temps après la guerre par manque d'information et de crédits.

A peu près à la même période, au Nouveau-Mexique commença une série d'expériences pour déterminer la qualité des fibres des yuccas. On trouva que la résistance des fibres variait selon les espèces, les yuccas natifs du Sud-Ouest des Etats-Unis donnant une fibre aussi résistante que les meilleures fibres importées.

Les personnes concernées et engagées dans cette recherche découvrirent de vastes zones dans tout le Sud-Ouest des Etats-Unis où le yucca était présent en quantité suffisante pour pourvoir les industries textiles. Mais comme en Allemagne peu de temps auparavant il fallu vite déchanter, la production de la fibre s'avérant à grande échelle impossible à réaliser, faute d'une méthode satisfaisante pour la séparer des autres résidus de la feuille [30]. Par la suite, ces

chercheurs s'orientèrent vers l'extraction et l'identification des saponines obtenues après broyage de la pulpe [3, 9, 11, 16, 17, 19, 20, 40, 41, 44, 46, 47, 48]. Les travaux de MARKER et LOPEZ en 1947 firent oeuvre de pionnier en ce domaine [36].

Pendant la période de 1947 à 1975 de nombreux travaux furent consacrés à l'investigation chimique des yuccas, 1975 marquant le début des essais cliniques qu'entreprit BINGHAM dans le cadre de l'action antiarthritique des saponines [6, 7].

Depuis, deux nouvelles actions thérapeutiques ont été mises à jour : en 1979, ce sont les actions antitumorales des polysaccharides et en 1978, l'action cardiovasculaire des saponines [8]. D'autres recherches soulignèrent une utilisation très intéressante des saponines comme matière première dans l'hémisynthèse des corticoïdes anti-inflammatoires et oestroprogestatifs.

Après quelques rappels botaniques, nous étudierons la composition chimique des yuccas ; leurs propriétés physiologiques et pharmacologiques seront ensuite évoquées. Enfin, nous nous pencherons sur l'étude des applications alimentaires, industrielles et thérapeutiques.

ETUDE BOTANIQUE

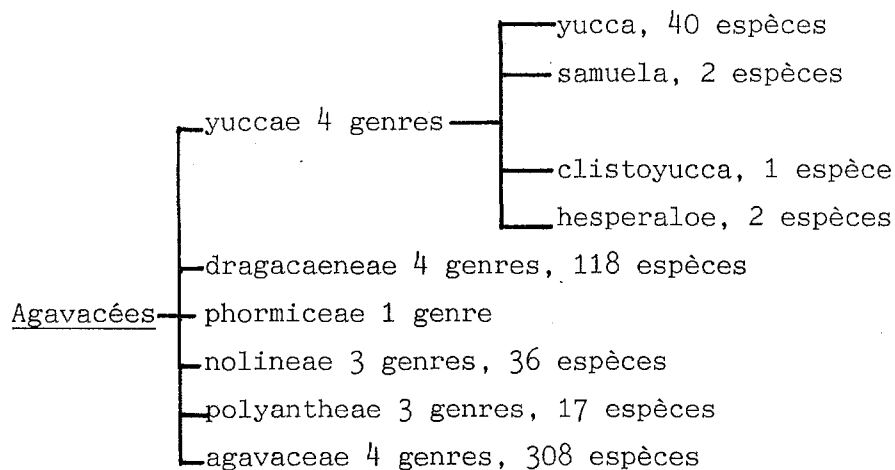
I. PLACE DANS LA SYSTEMATIQUE

Yucca species : Embranchement des Cormophytes
Division des Spermaphytes
Sous-division des Angiospermes
Classe des Monocotylédones
Série des Monocotylédones superovariées typiques
Ordre des Liliflores
Famille des Liliacées ou Agavacées (selon les auteurs)
Sous-famille des Dracenoïdées [13]
Genre : yucca

Le genre yucca, d'après ses caractères botaniques peut être classé dans la famille des Liliacées [3, 10, 13, 14, 17, 24, 41, 47, 51, 52].

Mais en 1959 HUTCHINSON considérant l'évolution et la philogénie des Angiospermes classe les yuccas dans la famille des Agavacées.

La famille des Agavacées, selon l'auteur est divisée en 6 tribus [56].



Pourtant les Agavacées n'ont pas toujours été considérées comme famille individualisée. En 1935 et 1955 WETTSTEIN et BESSEY et d'autres taxonomistes avaient classé les Agavacées comme sous-famille dans les Amaryllidacées [57].

Des études chimiques ont déterminé des différences significatives entre les Liliacées, les Agavacées et les

Amaryllidacées.

Dans les Liliacées en plus des saponines et des stéroïdes libres, sont présents : cardénolides, bufénolides, anthraquinones, thioesters, thiosulfoxydes et alcaloïdes.

Dans la famille des Agavacées, il y a des saponines et des stéroïdes libres ; seulement il n'a pas été trouvé d'alcaloïdes et d'anthraquinones dans les racines, tiges, feuilles, fruits et graines [56].

Ceci conforte la classification phylogénétique de HUTCHINSON. Chimiquement le genre yucca serait rattaché à la famille des Agavacées [5, 11, 20, 42, 43, 45, 50], alors que botaniquement il appartient à la famille des Liliacées [3, 10, 13, 14, 17, 24, 41, 47, 51, 52].

Dans ce travail, nous considérons le genre yucca comme appartenant à la famille des Liliacées.

II. LA FAMILLE DES LILIACEES

Cette famille comprend 250 genres et environ 4000 espèces.

II.1. Caractères généraux

Ce sont des plantes herbacées, souvent vivaces par des rhizomes ou des bulbes, rarement ligneuses.

Les feuilles sont, en général, plus ou moins linéaires-lancéolées, à nervation parallèle, souvent à l'état de phyllodes, rarement dicotylénoïdes, succulentes (aloes) ou très réduites, remplacées par des cladodes (asparagus, ruscus) ; les gaines sont ouvertes ou fermées, parfois avec ligule (allium), rarement franchement pétiolées...

Les inflorescences sont terminales (parfois capituliformes, ou axillaires, ou regroupées en cymes, ou en fleurs solitaires). Les fleurs sont hermaphrodites, habituellement pourvues de bractées, mais rarement de préfeuilles.

Leur formule florale est 3 sépales pétaloïdes plus 3 pétales ; les 6 étamines sont disposées en 2 verticilles de 3 étamines,

insérées sur le réceptacle ou sur le périclype.

Les carpelles sont à placentation axile, ou uniloculaire ou pariétale ou basale. Le gynécée est supère, rarement semi-infère ou infère, formé de 3 carpelles unis en un ovaire tri ou uni-loculaire.

Le fruit est une capsule septicide ou loculicide, une baie ou une noix.

La graine est à albumen charnu, cartilagineux ; l'embryon est droit.

Les Liliacées se rencontrent sous tous les climats. Les yuccas, aloes, dracénas sont des Liliacées ligneuses propres aux régions subtropicales.

Nos Liliacées indigènes sont, en général, des espèces de sous-bois frais et humides : citons les genres convallaria, maïanthénum, polygonatum, ou des prairies humides : colchicum, veratrum, lilium, scilla.

II.2. Les différentes sous-familles [13]

- . les Melanthoïdées (veratrum, colchicum)
- . les Herrerioïdées : ce sont, en général, des lianes herbacées présentant peu d'intérêt
- . les Asphodeloïdées (aloe...)
- . les Allioïdées (lilium, tulipa, urginea, scilla...)
- . les Dracenoïdées : cette sous-famille nous intéresse directement puisqu'elle contient le genre yucca, mais aussi le genre nolina, draceana
- . les Asparagoïdées (asparagus, maïenthénum, polygonatum)
- . enfin les Luzuriagoïdées et les Smilacoïdées (smilax...)

II.3. Importance économique [13]

Les Liliacées nous fournissent des légumes (poireaux, oignons, asperges, etc...), des condiments (ail, échalote, etc...), des médicaments, grâce à leur teneur en alcaloïdes, hétérosides, saponines, ou résine.

Quelques Liliacées fournissent des fibres textiles. Beaucoup d'espèces sont ornementales et font l'objet d'un commerce important.

III. LE GENRE YUCCA

III. 1. Répartition géographique [42]

Les yuccas sont parmi les plantes les plus représentatives de la flore de l'Amérique du Nord. En effet, sur les 47 espèces que compte le genre yucca, 29 croissent au Mexique. Tous les yuccas sont xérophytes (ils aiment les climats secs). Même ceux qui poussent dans les zones humides ont une préférence marquée pour les habitats peu humides, c'est le cas du yucca lacandonica.

Quelques espèces de ce genre sont considérées comme étant parmi les plus primitives des plantes habitant encore le Nevada et l'Arizona ; en effet, on y a retrouvé des restes du Yucca brevifolia aussi dénommé "l'arbre de JOSUE", datant de l'époque préhistorique.

RZEDOWSKI signale que le centre de dispersion du genre yucca est localisé au niveau des hauts plateaux mexicains. Les yuccas seraient donc natifs de la région de Vera Cruz. Son aire actuelle de dispersion s'étend de la grande courbure du fleuve Missouri aux U.S.A. près de la frontière du Canada, à l'Amérique Centrale, les Iles Bermudes et les Antilles, à l'exception de la région des Grands Lacs et des régions très montagneuses des Etats-Unis.

Au Mexique, la majeure partie des espèces croissent dans les zones arides ou semi-arides ; elles forment une partie du maquis désertique.

Selon SHREVE, les yuccas colonisent toutes les zones arides de l'Amérique du Nord, il les groupe en quatre grandes régions :

- le désert du Grand Bassin s'étendant du Sud de l'Oregon et de l'Idaho à la Californie ; on y retrouve principalement les espèces Yucca angustissima et Yucca gilbertiana.
- le désert "Mojave", petite étendue entre le sud-est californien et le

sud-ouest du Nevada. Ce désert possède les espèces Yucca brevifolia et Yucca baccata.

- le désert de Sonora, continuation des deux précédents déserts, très sec, où les précipitations n'excèdent pas 100 millimètres par an. On y retrouve les espèces Yucca brevifolia, Yucca whipplei, Yucca shidigera, Yucca valida, Yucca schottii, Yucca arizonica, Yucca grandiflora.

- enfin, le désert de Chihuahua s'étendant du sud-est de l'Arizona au centre du Texas, et au Mexique (régions de San Louis Potosi, Hidalgo, Mexico). Ce désert s'étend sur tout le territoire mexicain, on y rencontre les espèces Yucca glauca, Yucca constricta et le Yucca baccata.

Néanmoins, certaines espèces de yuccas peuvent pousser dans des zones semi-humides, il s'agit des espèces Yucca aloifolia et Yucca elephantipes, ou humides : citons le Yucca treculeana qui peut pousser près des acacias, propolis, formant une partie de la forêt tropicale, ou de la forêt épineuse.

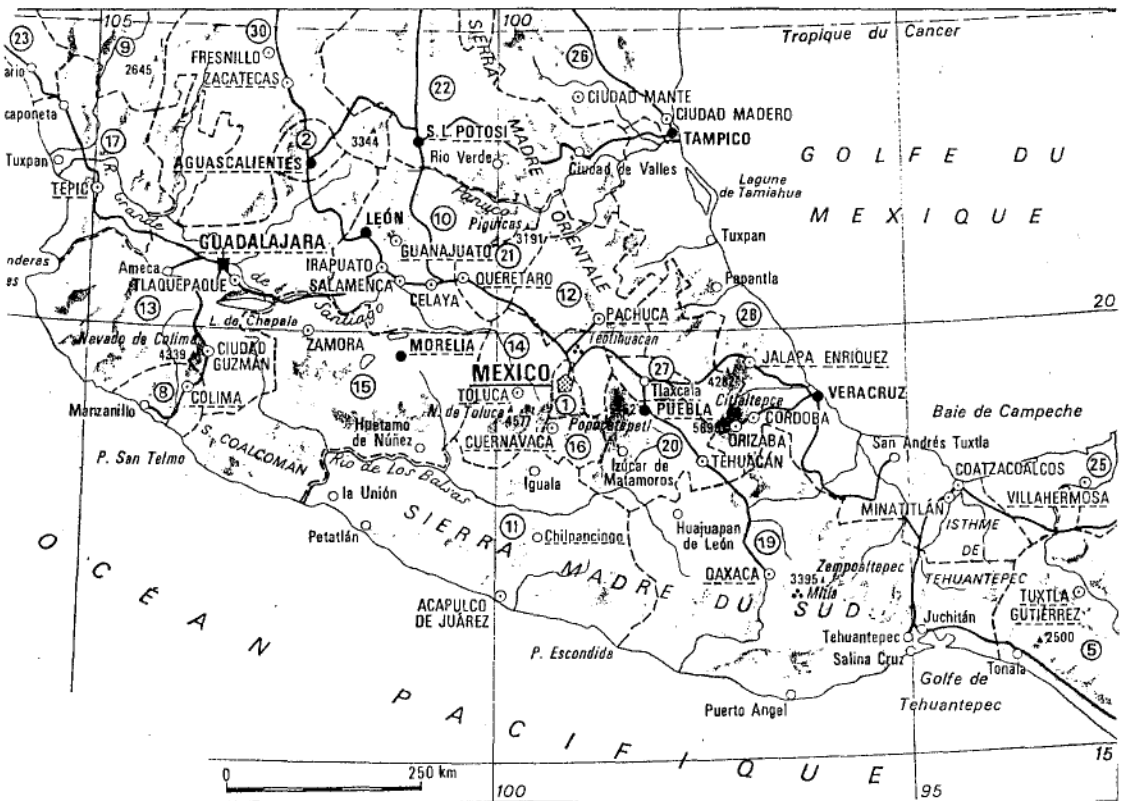
On a l'impression qu'autrefois la distribution géographique était plus ample, mais elle s'est restreinte peu à peu aux régions désertiques, où la concurrence avec d'autres plantes est moindre. Mais en raison de leurs origines, les yuccas ne sont pas tous rustiques ; plusieurs espèces originaires de l'Amérique du Nord réussissent parfaitement en France, non seulement dans les régions à hivers doux, mais encore dans la région parisienne, ou dans les contrées moins favorisées sous le rapport du climat.

En général, les espèces à fruit déhiscent prédominent du Nord Dakota à la ville de Durango et Coahuila à la latitude de 25° : citons les espèces Yucca glauca et Yucca rigida ; par contre les espèces à fruit indéhiscent s'étendent du sud-ouest des Etats-Unis à la Californie et aux plateaux mexicains : il s'agit des espèces Yucca filifera, Yucca décipiens, Yucca periculosa et Yucca elephantipés.

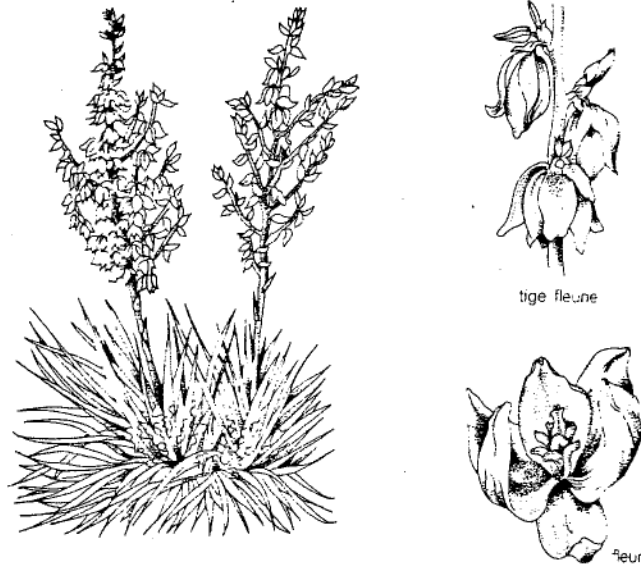
Néanmoins, une autre classification est possible selon que le fruit est sec ou charnu. En effet, les espèces caractérisées par la production de fruits secs ou capsules prédominent dans la partie Nord de l'aire de dispersion (depuis le Dakota du Nord jusqu'à Durango, et depuis la Côte Atlantique jusqu'au Nevada), tandis que les espèces à

fruits charnus ou à baies prédominant dans la partie sud de l'aire de dispersion et s'étendent du Sud des Montagnes Rocheuses (à faible altitude) à la péninsule de Californie, colonisent le haut plateau mexicain et l'Amérique Centrale.





III.2. Caractères botaniques



Le genre yucca, fleur, tige.

Les yuccas ont plusieurs dénominations. Citons le Yucca filamentosa [32, 14, 49] appelé aussi "l'herbe à ours" ou "l'aiguille d'Adam" ; le Yucca elephantipes dénommé aussi "izote", "baïonnette espagnole", "itabo" ; le Yucca brevifolia couramment appelé l'"arbre de Josué".

Il a été recensé 47 espèces de yuccas, sans compter les variétés horticoles, et les hybrides. Ils présentent des aspects divers. Certaines de ces espèces vivaces et succulentes sont acaules, d'autres sont arbustives, d'autres arborescentes. Ainsi quelques espèces sont à peu près dépourvues de tiges aériennes ; la rosette de leurs feuilles semble sortir directement de terre (yucca filamentosa). Chez d'autres espèces, la tige est plus ou moins haute, elle est couronnée par un bouquet de feuilles à son extrémité ; la plante ressemble alors beaucoup à un dracéna ou dragonnier.

Parmi les espèces arborescentes, une est célèbre : il s'agit du Yucca brevifolia dit "arbre de Josué".

Toutes ces espèces ont un feuillage persistant. Les feuilles sont ascendantes, généralement groupées vers les extrémités de la tige, plus ou moins rigides, fibreuses, plates ou convexes, les bords sont lisses, dentés ou fibreux, leur extrémité est pointue. Elles sont larges, linéaires lancéolées, ou en forme d'épée rigide et pointue.

L'inflorescence est en panicule ; elle peut être érigée ou pendulaire, les fleurs sont campanulées ou sphériques, formées de 6 pièces pétaloïdes blanches, courbées, libres ou légèrement unies à la base des segments.

Les fleurs s'épanouissent en juillet et jusqu'en août-septembre.

L'ovaire est supère triloculaire, le style cylindrique court et épais, les ovules sont nombreux, ont une placentation axile, le fruit peut être indéhiscent (ou charnu : baie, ou sec ou spongieux) ou déhiscent (capsule).

Les graines sont plates, lisses et rugueuses, brillantes ou opaques.

En Europe où beaucoup d'espèces sont cultivées, ces plantes produisent très rarement des fruits, même si l'horticulteur s'occupe lui-même de la pollinisation.

Ces espèces se reproduisent dans leur patrie grâce à une petite noctuelle blanche "la tegitacula alba" ; les insectes femelles visitent les fleurs parfumées des yuccas durant la nuit, et agglomèrent des grains de pollen pour former une petite boule qu'elles transportent au moyen d'un appendice placé derrière la mâchoire ; elles abandonnent ce pollen lorsqu'elles vont pondre un ou deux oeufs dans l'ovaire d'une autre fleur.

Le développement de l'ovaire et des graines est stimulé par la présence des larves. Celles-ci détruisent pourtant quelques graines, mais il en reste assez pour assurer l'existence d'une nouvelle génération de yuccas.

III.3. Les différentes espèces

Vu le nombre élevé d'espèces, je ne décrirai que les espèces les plus souvent citées dans les travaux, et celles acclimatées en France. On sépare les différentes espèces selon la nature du fruit, déhiscent ou indéhiscent ; on différencie ensuite les espèces à fruit déhiscent selon l'inflorescence racemiforme ou paniculée, les espèces à fruit indéhiscent étant séparées grâce aux caractères de la feuille, et lorsque c'est insuffisant, on a recours aux caractères de la fleur [35].

III.3.1. Les espèces natives du Mexique et des Etats-Unis, naturalisées en Europe (France et Italie notamment)

III.3.1.1. Le Yucca filamentosa L (type variegata)
[14, 51]



Le Yucca filamentosa

Ce yucca est l'espèce la plus couramment rencontrée au Mexique, et dans le sud des Etats-Unis ; elle résiste aux insectes et aux intempéries. Cette espèce particulière est retrouvée plus précisément au nord du Mexique et elle couvre une superficie de 10 millions d'hectares, entre le 23ème et le 28ème parallèle nord et le 99 ème et le 104 ème méridien ouest, avec une densité de 55 à 550 pieds par hectare.

La plante aime les terrains alcalins, sablonneux, rocailleux.

C'est une plante sans tige apparente, formant, avec l'âge, des touffes de feuilles dressées en rosette, dures, vertes, aux contours fibreux ; de leur marge se détachent de nombreux filaments. Elles mesurent 50 à 60 centimètres de longueur, leur largeur est de 3 à 5 centimètres.

Les inflorescences peuvent parfois atteindre plus de 2 mètres

de hauteur, elles sont composées par des ramifications courtes de masses irrégulières de fleurs campanulées blanches et cireuses, elles s'élèvent tard en été au-dessus du coeur de la rosette.

Comme chez tous les yuccas, les tiges ne fleurissent que quelques années après leur naissance, et une seule fois du fait que l'inflorescence est terminale. Après la floraison, la tige ne peut s'allonger, elle dépérit progressivement et est alors remplacée par de nouvelles pousses qui se forment à la base.

Sa jolie variété panachée de blanc crème, le Yucca filamentosa "variegata" est moins rustique que le type.

Le fruit est sec, déhiscent : c'est une capsule.

Cette espèce est naturalisée dans les jardins du sud-est de la France et dans les parcs et jardins du nord-ouest de l'Italie ; sa croissance est extrêmement lente (3 à 4 centimètres par an).

III.3.1.2. Le Yucca gloriosa L [14]



Originnaire du sud-est des Etats-Unis, ce yucca a une tige de 2 à 3 mètres, branchue ou simple, couronnée par une touffe de feuilles raides, pointues, de 60 centimètres de longueur sur 5 à 8 centimètres de large, de couleur vert foncé, terminées par une forte épine en bout.

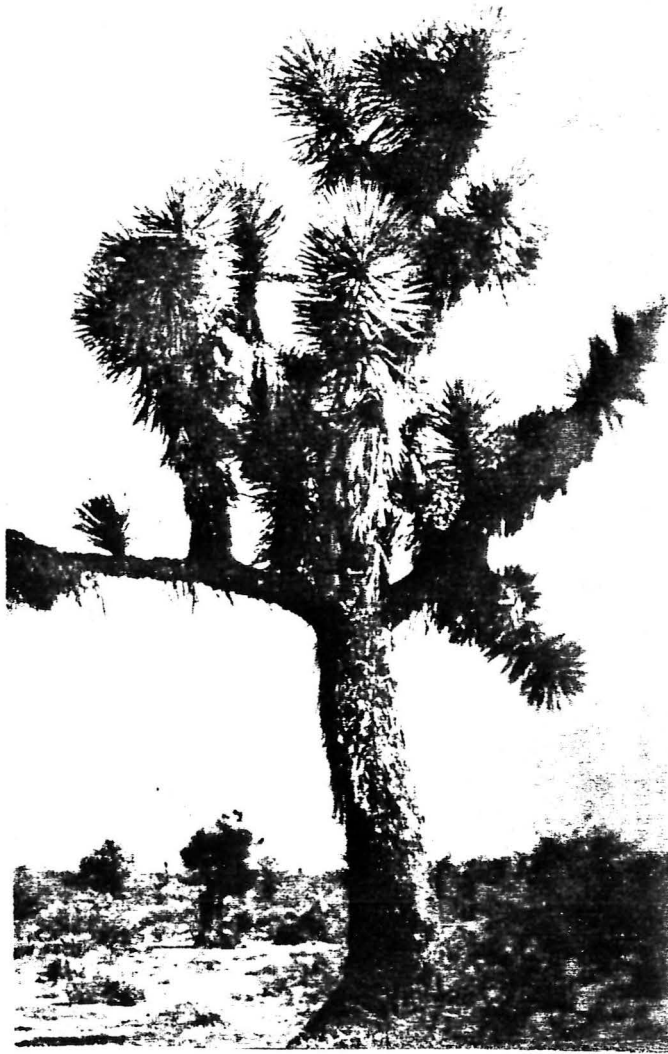
Les fleurs sont groupées en panicules étroites de 50 centimètres à 1 mètre, blanc crème, souvent nuancés de rouge ou de pourpre sur leur parties extérieures ; le Yucca gloriosa "variegata" a des fleurs panachées de jaune. Cette variété fleurit d'août à fin septembre ; l'espèce en général ne fleurit pas avant sa cinquième année.

Le fruit est une capsule sèche, indéhiscente, non consommable, avec 6 côtés proéminents.

Le Yucca gloriosa est naturalisé dans les parcs et jardins du nord et du centre de l'Italie, ainsi que dans le sud-ouest de la France.

III.3.1.3. Le Yucca elephantipes Regel ou Yucca guatemalensis Backer [14, 25, 52]





Le Yucca elephantipes



Le Yucca elephantipes

Cette espèce arborescente est peut-être la plus originale des espèces de yuccas. Il est originaire d'une région s'étendant du Mexique au Guatemala.

Cet arbre du désert peut atteindre jusqu'à 8 mètres de hauteur.

La base du tronc est considérablement renflée et se divise en "orteils" épais. Il a peu de branches, mais elles sont épaisses.

Les feuilles sont toujours vertes, alternes, lustrées et enroulées autour du tronc des jeunes plantes. De plus, elles sont lancéolées, rigides et non épineuses en bout, longues de 50 centimètres à 1 mètre, larges de 5 à 10 centimètres.

Les fleurs sont blanc crème, groupées en panicules de 40 à 80 centimètres de hauteur, en forme de clochette avec un pédoncule long de 3 à 5 centimètres ; elles ont 6 étamines.

Le fruit est ovoïde, elliptique, a 10 centimètres de longueur, sa chair est jaune ou blanche, les graines sont noires, épaisses.

Cette espèce est donc très intéressante. C'est, de plus, l'espèce la plus décorative du genre ; acclimatée, elle s'achète en tronc chez les fleuristes.

III.3.1.4 Le Yucca recurvifolia L [14]

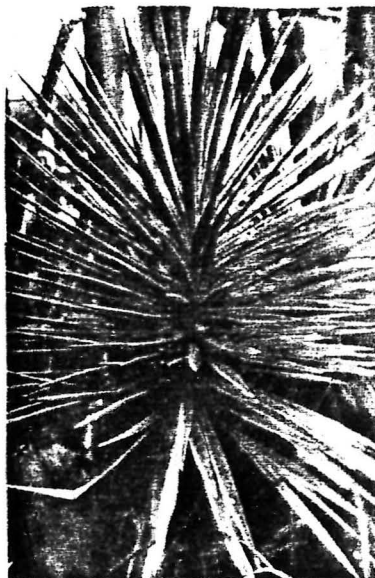
Ce yucca a la même origine géographique que le Yucca filamentosa L ; mais ses feuilles sont arquées, et plus étroites, retombantes à leur extrémité.

Les fleurs sont blanc crème, en forme de clochette; elles se regroupent en panicules pyramidales de 1 mètre 20 à 1 mètre 80 de hauteur, s'épanouissent d'août à octobre. Cette espèce fleurit rarement avant que le tronc ligneux n'atteigne une hauteur d'un mètre environ. Les fleurs de sa variété "variegata" sont panachées de jaune.

Cette espèce est peu utilisée.

III.3.1.5 Le Yucca aloifolia L





Le Yucca aloëfolia

Cette espèce dénommée aussi "la baïonnette espagnole" est originaire du sud-est des Etats-Unis (du nord de la Caroline à la Floride et à la Louisiane), des Indes, du Mexique. Elle ressemble beaucoup au yucca gloriosa L, mais son tronc bien que plus haut (jusqu'à 7 mètres de hauteur) est plus simple, les feuilles gris-bleuâtre sont plus rapprochées, très pointues, elles peuvent avoir plus de 75 centimètres de longueur ; leur pédoncule est court et leur marge denticulée est bleuâtre.

Les fleurs ont une couleur blanc crème, souvent teintée de violet ; elles sont groupées en panicules de 60 à 90 centimètres de hauteur.

Le fruit est noir violet, pulpeux.

Cette espèce se rencontre dans quelques jardins d'Italie, mais ne semble pas complètement naturalisée.

III.3.2. Les espèces non naturalisées, originaires du Sud-Ouest des Etats-Unis notamment de l'Arizona et du Mexique

On a recensé 29 espèces de yuccas au Mexique, la plupart ne sont pas naturalisées.

On différencie ces espèces selon la nature du fruit (c'est le critère le plus important) il peut être soit déhiscent sec à paroi fine, soit indéhiscent pulpeux et spongieux. Comme précédemment, je ne décrirai que quelques espèces, en essayant d'adopter une classification simple et précise.

III.3.2.1. Les espèces à fruit déhiscent

On distingue les espèces à inflorescence racémiforme, et les espèces à inflorescence amplement paniculée.

. les espèces à inflorescence racémiforme

. à pédoncule foliaire court, moins long que la feuille : c'est le Yucca baileyi woot [34].

. à pédoncule plus long que la feuille : c'est le Yucca angustissima Engelm ; cette espèce est originaire du Mexique (région de Coconico et Yavapai), du Sud de l'Utah, du Névéda, de l'Arizona, du désert "Mohave".

Elle peut pousser jusqu'à 2500 mètres d'altitude, elle fleurit de mai à juin.

La forme typique trouvée dans les régions de Coconico et Yavapai au Mexique, a des feuilles larges de 4 à 7 millimètres, et développe souvent des petites branches latérales à la base de l'inflorescence. Néanmoins une espèce moins typique possédant des feuilles plus larges (12 à 14 millimètres) est rencontrée dans le désert "Mohave".

On sait peu de chose sur les usages réservés à cette plante.

. les espèces à inflorescence amplement paniculée [34, 51]

. à feuille denticulée de 8 à 20 millimètres de large, ovaire à style menu, citons le Yucca whipplei Torr, originaire de la rivière Colorado dans la région Mohave en Californie et de l'ouest de l'Arizona. Cette espèce fleurit de mai à juin.

. à feuille denticulée mais à marge, se détachant en longs filaments larges de 4 à 10 millimètres, à ovaire au style fort vigoureux, citons le Yucca elata dit l'"arbre à savon", [34, 44, 51], originaire du sud-ouest du Texas, du sud de l'Arizona et du nord du Mexique. Il peut pousser jusqu'à 3 000 mètres d'altitude, aussi bien dans le désert que dans les prairies.

Les espèces originaires de l'Arizona, une fois adultes, ont des tiges assez développées, et peuvent atteindre des tailles très élevées, mais il existe aussi une variété sans tige, trouvée près de "Camp Verde" dans la région Yavapai au Mexique.



Le Yucca elata

III.3.2.2 Les espèces arborescentes à fruit indéhiscents charnus et spongieux

. à feuille denticulée, très rigide [34] [44]

Ces caractères correspondent à l'espèce yucca brevifolia. Elle est originaire du Mexique (Yavapai, Yuma), des états américains (Utah, Nevada, Arizona, sud-est de la Californie). Elle est aussi dénommée l'"arbre de Josué", elle mesure 5 à 12 mètres de hauteur, les feuilles ont 15 à 37 centimètres de longueur et 8 à 15 mm de large.

Le Yucca brevifolia variété Wolfei Jones trouvé dans le nord de la région "Mohave" ne mesure guère plus de 3,5 mètres de hauteur ; les branches sont courtes, les feuilles ont 10 à 22 centimètres de longueur.

. à feuille dont la marge se détache en longs filaments, large au maximum de 20 millimètres, peu rigide, à tiges simples ou ramifiées près du sol.

. à inflorescence généralement laineuse : c'est le Yucca shottii ; ses feuilles sont vert-bleuâtre, flexibles, fines.



Le Yucca shottii

On le rencontre dans beaucoup de régions du Mexique, ainsi qu'en Arizona et à l'extrême sud du Nouveau-Mexique, il peut pousser jusqu'à 2000 mètres d'altitude, aussi bien dans les canyons que sur les collines.

Ces espèces fleurissent d'avril à août, et sont très souvent cultivées car très ornementales.

. à inflorescence glâbre, à fleur de 2 à 5 centimètres de longueur, à feuille jaune-vert de 30 à 150 centimètres de longueur, à fibres marginales grossières, c'est le Yucca mohavensis Sang aussi nommé par ROEHL "le Yucca shidigera". C'est l'espèce typique de la région "Mohave" [34, 51], elle pousse aussi au Nevada, en Arizona. La feuille est source de fibres. Elle est similaire à celle du Yucca baccata, [5] et fut utilisée pendant la Première Guerre Mondiale, alors que les autres fibres étaient rares.

A fleur de 6 à 10 centimètres de longueur, à tige au maximum de 1 mètre de hauteur, l'inflorescence ne dépassant que très rarement du feuillage. Citons le Yucca baccata ou "yucca bleu" [34, 51], espèce à feuille gris-vert, peu rugueuse au toucher, rigide à la base, à fibres marginales grossières.

Cette espèce est très répandue au Colorado, au Texas, en Arizona, au sud de la Californie.

L'espèce lui ressemblant, mais dont les tiges dépassent deux mètres cinquante, à feuilles tendres, jaune-verdâtre de 30 à 60 centimètres de longueur, à fibres marginales peu grossières, à fleurs blanc crémeux groupées en panicules est l'espèce Yucca arizonica.

III.4. Les maladies des Yuccas

Les Yuccas elephantipes poussant aux Etats-Unis peuvent être atteints d'une maladie appelée la "peste" du yucca. [50] Cette découverte est récente, l'agent responsable est un arthropode, "le caulotops distanti" ; c'est la première fois qu'on prend conscience du risque potentiel de cette maladie, car des plants infestés ont été vendus ; la peste est probablement déjà installée aux Etats-Unis.

Le "caulotops distanti" provient du Costa Rica, cet arthropode pond ses oeufs dans la tige des jeunes pousses.

Cependant, il n'est pas aisé de séparer le "caulotops distanti" des autres espèces d'hétéroptères voisins infestant les agaves, ainsi que du "halticotoma valida" espèce morphologiquement

semblable au "caulotops distantii".

A part cette "peste", on ne connaît pas d'autre maladie frappant les yuccas. Ce sont des espèces très robustes, résistant aux intempéries et aux parasites de toutes sortes.

III.5 La culture des Yuccas [14]

les yuccas appartiennent à la flore américaine. Ils poussent en tout terrain, fixant les sols contre l'érosion, leur résistance à la sécheresse est remarquable ; le yucca est une des rares plantes vivant dans la Vallée De La Mort aux Etats-Unis. Il faut cependant noter que la croissance est très intimement liée à la quantité d'eau reçue. Si les pays producteurs de yuccas bénéficient d'un climat favorable, les précipitations y sont nettement insuffisantes, d'où une croissance très faible rendant l'exploitation des forêts naturelles pratiquement impossible sous peine de destruction rapide de ce stock végétal.

On évalue les rendements possibles à 2 ou 3 tonnes de feuilles, par hectare et par an.

En France, le climat est moins favorable. Malgré tout, les espèces :

- Yucca filamentosa
- Yucca flaccida
- Yucca aloifolia
- Yucca elephantipes
- Yucca gloriosa

s'acclimatent très bien.

Le Yucca gloriosa peut pousser partout en France, le rendement à l'année peut facilement dépasser les 50 tonnes à l'hectare. les yuccas poussent sur des sols de toute nature, même nettement calcaires, bien qu'ils préfèrent les bonnes terres silicoargileuses.

Dans nos régions ils ne produisent ni fruit, ni graine. On les multiplie exclusivement par bouturage et par division des touffes.



Le Yucca flaccida

ETUDE CHIMIQUE

Les études chimiques sur les différentes parties des espèces du genre yucca portent sur la détermination et l'identification des sapogénines surtout, et plus ponctuellement sur les flavonoïdes, tanins, composés phénoliques, acides organiques, hydrates de carbone et alcaloïdes [56].

I. LES HYDRATES DE CARBONE

I.1 La cellulose (polymère linéaire du glucose, uni par des liaisons β 1,4).

les yuccas contiennent de longues fibres de cellulose, qui servent de fibres textiles grossières. Bien qu'elles servent à fabriquer une bonne pâte à papier, son exploitation est recommandée seulement si elle est accompagnée d'un reboisement. Les espèces fournissant une cellulose de bonne qualité sont le Yucca elephantipes, le Yucca aloifolia, le Yucca treculeana [21, 39, 56].

I.2. Les polysaccharides [56]

I.2.1. Du Yucca filamentosa

Il a été trouvé un polymère de fructose : la sinestrine constituée par trente à trente cinq unités de D fructose.

I.2.2 Du Yucca gloriosa [43]

Une étude datant de 1984, effectuée par RAKHIMOV, et KONDATENKO nous donne les différents polysaccharides contenus dans la feuille et la racine du Yucca gloriosa.

L'extraction des polysaccharides est classique. Le matériel est d'abord traité au chloroforme et au méthanol pour éliminer les pigments et les substances à bas poids moléculaire. Les hydrates de carbone sont ensuite isolés successivement par l'éthanol à 70 %, une

solution aqueuse acide, puis alcaline. Après hydrolyse avec de l'acide sulfurique 2N, à la température de 100° C, les sucres sont identifiés grâce à une chromatographie en phase gazeuse.

Dans les racines sont identifiés :

- un polysaccharide soluble dans l'eau et constitué de mannose, arabinose et de traces de glucose et de galactose
- des oligosaccharides : glucofructanne (5 %)
- des monosaccharides : fructose, glucose, saccharose.

Dans la feuille, le premier polysaccharide est absent, par contre on trouve les mêmes oligo et monosaccharides que précédemment. Des pectines sont également présentes.

I.2.3. Du Yucca glauca [1]

Les fleurs fraîches du Yucca glauca renferment des polysaccharides dont l'hydrolyse acide (HCl 5N) donne du galactose, principalement et des quantités plus faibles d'arabinose, mannose, glucose, xylose et rhamnose. Ces polysaccharides semblent posséder une activité anticancéreuse in-vivo sur la souris. L'extraction des polysaccharides, ainsi que leur action anticancéreuse sur le mélanome B16 seront développés dans un chapitre ultérieur.

II. LA VITAMINE C

II.1. Dans les feuilles

L'espèce Yucca guatemalensis ou elephantipes selon PANOUSE contient une quantité importante d'acide ascorbique (2,150 mg pour 100 g de jeunes feuilles, 3,220 mg pour 100 g de feuilles matures).

Un procédé rapide et efficace permet d'extraire 30 grammes de vitamine C par kilogramme de jus de feuilles.

Le jus acidifié à pH 3 est additionné d'acétone et d'une solution très concentrée de chlorure de magnésium, si bien que l'on obtient deux phases : la vitamine C se concentre dans la couche supérieure, d'où elle est isolée par cristallisation après concentration.

MORTON décèle même dans les feuilles des yuccas originaires de Guyane des quantités de vitamine C comprises entre 4 et 10 g par kilogramme de feuilles séchées.

II.2. Dans les fleurs

Les fleurs du Yucca elephantipes contiennent jusqu'à 560 mg d'acide ascorbique pour 100 g de fleurs, ce qui est très important [36]

D'autres espèces de yuccas ont, dans leurs fleurs, des quantités d'acide ascorbique pouvant atteindre 3 à 5 g par kilogramme de fleurs.

III. LES PROTEINES

Les feuilles, et les graines contiennent un taux élevé en protéines. Les espèces les plus riches sont les espèces : Yucca elata, Yucca arborescens, Yucca macrocarpa et Yucca glauca.

Cette richesse en protéines est très élevée pour les feuilles sèches du Yucca elata. En effet, elles contiennent plus de 40 % de protéines, elles contiennent tous les acides aminés essentiels. L'analyse quantitative et qualitative des aminoacides du Yucca arizonica est la suivante :

TABEAU I : Analyse qualitative et quantitative des aminoacides du
Yucca arizonica

AMINOACIDE	TAUX D'AMINOACIDE POUR 16 g D'AZOTE
Lysine	4.3
Métionine	1.9
Arginine	10.7
Glycine	4.0
Histidine	2.2
Isoleucine	3.3
Leucine	5.1
Phénylalanine	4.3
Tyrosine	4.8
Thréonine	3.2
Valine	5.4
Alanine	3.8
Acide aspartique	7.5
Acide glutamique	15.0
Hydroxyproline	3.1
Proline	4.8
Serine	?

IV. LES COMPOSES POLYPHENOLIQUES [56]

Ils ont été peu étudiés ; leur structure n'a pas encore été établie. Certains auteurs indiquent la présence de tanins et de flavonoïdes dans certaines espèces.

V. LES ALCALOÏDES [56]

Bien que WALL et d'autres chercheurs aient effectué des recherches pour trouver des alcaloïdes, on n'a toujours pas localisé d'alcaloïdes dans ces plantes.

VI. LES ACIDES GRAS [56]

Une étude datant de 1973 de STOHS et EL OLEMY [49] nous donne la composition en acides gras de la graine du Yucca glauca. Ils comparent la composition en acides gras des graines naturelles avec la composition en acides gras de la culture de cellules.

L'extraction des graines est réalisée au soxhlet par le benzène, puis l'éther de pétrole. L'extrait lipidique est saponifié. Les acides gras sont transformés en esters méthyliques.

L'identification est réalisée, par chromatographie en phase gazeuse par comparaison avec les temps de rétention des esters méthyliques d'acides gras de référence.

Les résultats sont indiqués dans le tableau suivant :

TABLEAU II : Pourcentage d'huile extraite et d'acides gras dans les graines naturelles, et dans les suspensions de cellules issues des graines

	% d'huile extraite	% d'acides gras						
		*16:0	16:1	18:0	18:1	18:2	18:3	22:0
graines naturelles	27,0	9,9	-	3,6	31,4	50,7	4,1	0,3
suspension de cellules (issues des graines)	31,3	70,7	2,4	8,0	10,2	5,6	2,6	0,5

* Le premier chiffre représente le nombre d'atomes de carbone, le second est le nombre de doubles liaisons.

Dans les graines, l'acide linoléique est le composé majoritaire : alors que c'est l'acide palmitique qui l'est dans les cultures de cellules. L'analyse des acides gras des graines naturelles du Yucca elata par d'autres chercheurs montre que l'acide linoléique est aussi le composé majoritaire.

VII. L'HUILE ESSENTIELLE

Les fleurs de yucca contiennent une huile essentielle [53], celle du Yucca gloriosa est obtenue à un taux de 0,042 %.

L'huile essentielle est obtenue grâce à un entraînement à la vapeur. Afin d'identifier les constituants de l'huile essentielle, elle est séparée en trois fractions : une acide, une basique, une neutre. Pour cela, on ajoute au distillat du carbonate de sodium, puis de l'hydroxyde de sodium, la phase neutre restante renferme l'huile essentielle. La phase neutre contient surtout des hydrocarbures aromatiques et aliphatiques de C3 à C18. La phase soluble dans la soude contient les phénols : gaïcol, phénol, orthocrésol, méta-crésol, para-crésol, eugénol, carvacrol et chavicol.

les constituants les plus caractéristiques sont le n heptadécane, le cis 8 heptadécène, le n monadecane, et le cis monadécène.

Tous ces constituants sont analysés par chromatographie en phase gazeuse.

Chaque constituant étant identifié par rapport à un témoin.
La composition de l'huile essentielle du Yucca gloriosa est la suivante :

TABLEAU III : Les constituants de l'huile essentielle du Yucca gloriosa
[53]

pic N°	composés	%	pic N°	composés	%
1	C ₁₀ H ₂₂	0.3	31	γ-Cadinene	1.4
2	α-Pinene	tr.	32	Guaiacol	0.1
3	Camphene	0.1	33	n-Nonadecane (C ₁₀ H ₄₀)	6.1
4	C ₁₁ H ₂₄	tr.	34	cis-9-Nonadecene (C ₁₀ H ₃₈)	29.7
5	β-Pinene	tr.	35	Phenol	0.7
6	1-p-Menthene	tr.	35'	o-Cresol	
7	C ₁₂ H ₂₆	tr.	36	inconnu	0.6
8	Limonène	0.2	37	C ₂₀ H ₄₂	1.9
9	p-Cymene	tr.	38	p-Cresol	0.4
10	C ₁₃ H ₂₈	tr.	38'	m-cresol	
11	Terpinolene	0.1	39	inconnu	tr.
12	n-Hexanol	0.1	40	C ₂₁ H ₄₄	2.0
13	3-Hexen-1-ol	0.1	41	inconnu	1.1
14	3-Octanol	0.4	42	Eugenol	0.1
15	C ₁₄ H ₃₀	tr.	43	Carvacrol	0.1
16	1-Octen-3-ol	0.3	44	C ₂₂ H ₄₈	0.3
17	C ₁₅ H ₃₂	0.9	45	inconnu	1.2
18	Linalool	0.1	46	inconnu	tr.
19	α-Copaene	0.1	47	inconnu	5.4
20	γ-Gurjunene	0.1	48	Chavicol	3.1
21	C ₁₆ H ₃₄	0.2	49	C ₂₃ H ₄₈	1.2
22	Aromadendrene	0.1	50	inconnu	tr.
23	α-Terpineol	0.3	51	C ₂₄ H ₅₀	0.1
24	n-Heptadecane (C ₁₇ H ₃₆)	9.0	52	C ₂₅ H ₅₂	0.1
25	γ-Muurolene	0.4	53	inconnu	2.5
26	cis-9-Heptadecene (C ₁₇ H ₃₄)	19.6	54	C ₂₆ H ₅₄	tr.
26	Citronellol		55	C ₂₇ H ₅₆	0.1
27	α-Muurolene	1.0	56	C ₂₈ H ₅₈	tr.
28	C ₁₇ H ₃₂	4.8	57	C ₂₉ H ₆₀	tr.
29	C ₁₈ H ₃₈	0.4	58	C ₃₁ H ₆₂	0.1
30	δ-Cadinene	2.5	59	C ₂₁ H ₆₄	tr.
			60	C ₃₂ H ₆₆	tr.

tr. : traces

Une étude un an plus tard toujours effectuée par WANG et KAMEOKA établit que l'huile essentielle d'une autre espèce, le Yucca filamentosa, analysée et extraite de la même manière contient à peu de chose près les mêmes constituants. Les composants principaux du Yucca filamentosa sont l'heptadecane, le monadecane, il contient aussi des alcools, le n heptanol, le nérolidol, etc...

La composition de l'huile essentielle du Yucca filamentosa est la suivante :

TABLEAU IV : Les constituants de l'huile essentielle du Yucca filamentosa [56]

pic n°	Composés	identification (%)	pic n°	composés	identification (%)
1	C ₁₀ H ₂₂	tr. t _R MS	32	Nonadecane(C ₁₉ H ₄₀)	19.5 t _R MS
2	C ₁₁ H ₂₄	tr. t _R MS	33	cis-9-Nonadecene (C ₁₉ H ₃₈)	13.2 t _R MS
3	C ₁₂ H ₂₆	tr. t _R MS	34	Phenol	0.4 t _R
4	C ₁₃ H ₂₈	tr. t _R MS	34	o-Cresol	0.5
5	n-Hexanol	tr. t _R MS	35	inconnu	0.8
6	cis-3-Hexen-1-ol	tr. t _R MS	36	inconnu	0.2 t _R MS
7	3-Octanol	tr. t _R MS	37	C ₂₀ H ₄₂	0.1 t _R IR ₍₂₄₎ MS ₍₂₃₎
8	C ₁₄ H ₃₀	tr. t _R MS	38	Nerolidol	0.1 t _R IR ₍₂₄₎ MS ₍₂₃₎
9	1-Octen-3-ol	tr. t _R MS	39	p-Cresol	0.2 t _R
10	n-Heptanol	tr. t _R MS	39	m-Cresol	0.1
11	C ₁₅ H ₃₂	0.6 t _R MS	40	inconnu	0.1 t _R MS
12	Linalool	0.1 t _R MS	41	C ₂₁ H ₄₄	2.7 t _R MS
13	a-Copaene	tr. (19) MS	41	inconnu	0.3
14	γ-Gurjunene	0.1 MS	42	Eugenol	0.2 t _R
15	C ₁₆ H ₃₄	0.2 t _R MS	43	Carvacrol	tr. t _R MS
16	inconnu	tr. t _R MS	44	C ₂₂ H ₄₆	0.3 t _R MS
17	Aromadendrene	0.3 MS	45	inconnu	1.2
18	α-Terpineol	tr. t _R MS	46	inconnu	tr.
19	inconnu	0.3 MS	47	inconnu	1.0
20	Heptadecane (C ₁₇ H ₃₆)	31.0 t _R IR MS	48	inconnu	2.8 t _R
21	γ-Muurolene	0.5 MS (18,19)	49	Chavicol	2.5
22	cis-8-Heptadecene (C ₁₇ H ₃₄)	9.6 IR MS	50	inconnu	tr. t _R
23	Citronellol	tr. t _R MS	51	C ₂₃ H ₄₈	tr. t _R
24	α-Muurolene	0.6 MS (18,19)	52	C ₂₄ H ₅₀	tr. t _R
25	C ₁₇ H ₃₄	4.0 IR MS	53	C ₂₅ H ₅₂	0.3 t _R
26	C ₁₈ H ₃₈	0.2 t _R MS	54	inconnu	3.0
27	δ-Cadinene	0.8 IR MS (21) (20)	55	C ₂₆ H ₅₄	tr. t _R
28	γ-Cadinene	1.6 IR MS (21) (22)	56	C ₂₇ H ₅₆	tr. t _R
29	Guaiacol	tr. t _R MS	57	C ₂₈ H ₅₈	tr. t _R
30	Alcool benzylique	0.1 t _R MS	58	C ₂₉ H ₆₀	tr. t _R
31	B-Phenyl ethylique	0.1 t _R MS	59	C ₃₀ H ₆₂	tr. t _R
			60	C ₃₁ H ₆₄	tr. t _R
			61	C ₃₂ H ₆₆	tr. t _R

tr = traces
t_R = temps de retention
MS = spectre de masse

VIII LES STEROLS LIBRES

VIII.1. Les différents stérols libres des yuccas

En 1969, BLUNDEN et HARDMAN étudient les constituants stéroïdiques des feuilles et des rhizomes du Yucca glauca [9]. Des auteurs détectent du sitostérol, stigmastérol et cholestérol dans les deux parties de la plante.

Quant aux cultures de tissus, STOHS, ROSENBERG et BILLETS en 1975 [46] identifient le stigmastérol, sitostérol, campestérol et le cholestérol en faible quantité. Les cultures de tissus issues des graines germées contiennent un stérol en plus : le campestérol, et beaucoup moins de cholestérol.

VIII.2. Leur mode d'extraction [46]

Le mode d'extraction selon qu'il s'agisse des feuilles, rhizomes, ou cultures de tissus est semblable. L'échantillon de plante dégraissé subit une hydrolyse, puis une extraction par le chloroforme. Le résidu constitue le mélange stéroïdique qui est fractionné par chromatographie sur colonne de silice.

L'identification des fractions est réalisée grâce au couplage chromatographie en phase gazeuse et spectométrie de masse.

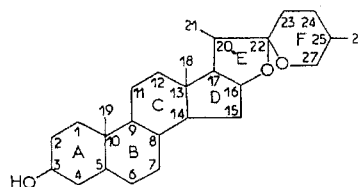
IX. LES STEROLS CONJUGUES OU SAPONOSIDES

IX.1. Introduction

Les saponosides sont des hétérosides de poids moléculaire élevé de stérols ou de triterpènes, dont les solutions aqueuses ont des propriétés tensioactives (abaissement de la tension superficielle) et aphrogènes (pouvoir moussant) ; d'ailleurs le préfixe "sapo" vient du latin et signifie : savon.

Lorsqu'on hydrolyse les saponosides, il y a libération d'un ou plusieurs oses comme le galactose, l'arabinose, le glucose, l'acide galacturonique, l'acide glycuronique et d'une génine dénommée saponine. Elles peuvent appartenir à deux types structuraux : les stéroïdes et les triterpènes. Les génines stéroïdiques sont les seules présentes dans les yuccas. Les génines stéroïdiques dérivent du noyau spirostane, cycle à 27 carbones.

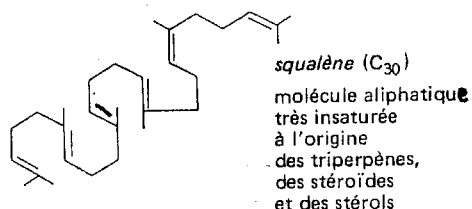
Le noyau spirostane :



Les cycles A.B.C.D. représentent le noyau stéroïdique (cyclopentanoperhydrophenanthrenique), la chaîne latérale fixée en C17 comprend deux anneaux hétérocycliques, l'un pentagonal, l'autre hexagonal.

Ces saponines possèdent toujours une fonction alcool secondaire en C3, susceptible de former une liaison hémiacétalique avec un ose ou un oside. Les saponosides stéroïdiques dérivent tous du squalène, cycle à 30 carbones.

Le squalène :



Quant aux propriétés physico-chimiques, ces hétérosides sont solubles dans l'eau et insolubles dans les solvants organiques apolaires. Par contre, les sapogénines sont en général insolubles dans l'eau, et solubles dans les solvants organiques apolaires.

Pour mettre en évidence les sapogénines, on utilise des réactions colorées mais elles sont en général peu spécifiques.

Les principales méthodes de recherche et d'évaluation quantitative des saponosides consistent à mettre à profit leur pouvoir moussant et hémolytique.

Dans l'industrie, il existe d'autres méthodes de dosage, notamment une gravimétrie réalisée par précipitation des sapogénines après hydrolyse et pesée du résidu.

Les débouchés des saponosides dans l'industrie pharmaceutique sont importants, ils servent de matière première pour l'hémisynthèse des dérivés stéroïdiques corticoïdes ou progestatifs, de plus, ils entrent dans la préparation d'agents moussants ou émulsionnants.

IX.2. Les méthodes d'extraction [3, 9, 11, 16, 17, 19, 20, 40, 41, 46, 47, 48]

L'extraction des sapogénines se fait selon la méthode générale pour extraire les hétérosides à caractère neutre. Qu'il s'agisse des fleurs, feuilles, racines, cultures de tissus, le protocole est le même.

IX.2.1. Le dégraissage

Il s'effectue sur la plante réduite en poudre par un solvant apolaire (benzène, chloroforme).

Il peut quelquefois se faire sur une solution aqueuse d'extraction avant ou après hydrolyse.

IX.2.2. L'extraction proprement dite

On emploie un solvant hydroalcoolique (éthanol à 95°, méthanol à 80 %) ou alcoolique (n butanol, méthanol, alcool n butylique, éthanol). Puis on purifie cette phase hydroalcoolique ou

alcoolique par un solvant organique non miscible (chloroforme, benzène, dichlorométhane, etc...).

IX.2.3. L'hydrolyse

On hydrolyse le plus souvent la solution hydroalcoolique avec de l'acide chlorhydrique à 10 % ou on se sert d'une solution deux fois normale pendant deux heures.

Cette hydrolyse peut aussi s'effectuer directement sur la plante [1, 3, 6], sans passer par une extraction hydroalcoolique.

IX.3. Les méthodes de caractérisation

Il existe de nombreuses réactions de caractérisation, la plus classique est la réaction de LIEBERMAN mettant en évidence les hétérosides non terpéniques. Elle consiste à ajouter à la solution d'hétérosides de l'acide sulfurique et de l'anhydride acétique, une coloration bleu-vert se développe.

Aucune des autres réactions de caractérisation qui vont suivre n'est vraiment spécifique, elles sont positives pour toutes les structures polycycliques, stéroïdiques ou triterpéniques.

Par exemple, une solution chloroformique de saponosides et un excès de chlorure d'acétyle avec du chlorure de zinc donne naissance, à chaud, à une coloration rouge, ayant une fluorescence jaune verdâtre sous ultra-violet (c'est la réaction de TSCHUGAJEW).

La réaction de KAHLENBERG consiste à placer les saponosides en milieu chloroformique avec du pentachlorure d'antimoine, alors une coloration pourpre ou bleue apparaît.

La réaction de NOLLER, SMITH, HARRIS et WALKER développe une coloration rouge en plaçant les saponosides avec du chlorure de thionyle en présence de chlorure stannique.

Les saponosides avec l'acide trichloroacétique, donnent une coloration à chaud variant du jaune au rouge (réaction de HIRSCHSOHN).

IX.4. Les méthodes de séparation

Plusieurs cas sont possibles : la séparation entre les stérois libres et les saponosides, la séparation des hétérosides et des génines entre eux. Ces trois cas ont été très étudiés.

IX.4.1. La chromatographie sur papier [3,9,11,16,40,47]

Elle fut utilisée en 1953 par PANOUSE [41], elle permet de séparer les stérois libres, des stérois conjugués, les génines monohydroxylées des autres polyhydroxylées.

IX.4.2. La chromatographie sur colonne [11, 17, 20, 46, 48]

On peut séparer les saponosides entre eux, et les génines entre elles. Les génines s'absorbant sur une colonne de silice, sont éluées avec le mélange chloroforme plus méthanol en différentes proportions.

Pour la séparation des saponosides on utilise soit de l'alumine, le solvant d'éluion étant le mélange benzène plus chloroforme [8], soit du sephadex G25 le solvant d'éluion étant l'eau [17].

IX.5. Les méthodes d'identification

Les saponines sont identifiées avant hydrolyse par leur pouvoir rotatoire, leur spectre infrarouge, leur point de fusion [17].

Les génines sont souvent identifiées par comparaison avec des substances de référence.

Les sapogénines sont analysées après hydrolyse. La structure des génines est donnée par leur point de fusion, leur pouvoir rotatoire, leur spectre infrarouge, la spectrométrie de masse [46], les méthodes de résonance magnétique (^1H , ^{13}C) [17].

Les sucres restants sont analysés par chromatographie en phase gazeuse [17, 53, 54].

IX.6. Les résultats et leur interprétation [3, 9, 11, 16, 40, 41, 46, 47, 56]

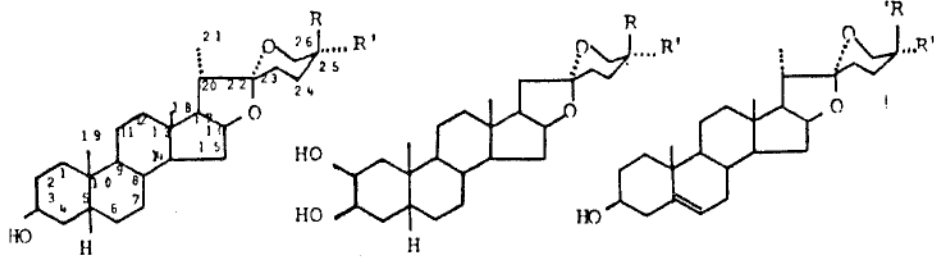
La ~~localisation~~ et l'analyse qualitative des principales sapogénines contenues dans les yuccas est donnée dans le tableau ci-dessous :

Taxons															
<i>Yucca aloifolia</i>					F					Fl		F, R, T Fr	F, R, T Fr		
<i>Y. angustissima</i>										F					
<i>Y. arizonica</i>										F, T, G					
<i>Y. australis</i>										F, G					
<i>Y. baccata</i>										F, T					
<i>Y. brevifolia</i>					F					F		F	F, T		
<i>Y. carnerosana</i>			F				F			F		F			
<i>Y. elata</i>										F, R, T			F, G	F, R, T	
<i>Y. faxoniara</i>										F			F		
<i>Y. filamentosa</i>	T, F, R	R	F, R		R, T		F			R, T			F, R, T	F	
<i>Y. filifera</i>												F, R, T	F	F, R, T	
<i>Y. flaccida</i>			F		F								F		
<i>Y. freemanii</i>	F												F	F	
<i>Y. glauca</i>							F	F, R				F, T	F, R, T, Fl		
<i>Y. gloriosa</i>	F	F	F, R, Fl	T	F, R						F	R	F		
<i>Y. elephantipes</i>					F								F		
<i>Y. intermedia</i>			F		F					G					
<i>Y. pallida</i>													F, R		
<i>Y. peninsularis</i>			F		F							F, R, T	F, R		
<i>Y. recurvifolia</i>					R							F	F	F	
<i>Y. rigida</i>								TC		TC, F			TC		
<i>Y. schidigera</i>					T, C	T, C	F		Fr	Fr		T	F	F, T, R	
<i>Y. shottii</i>			T				T, R, F					F			
<i>Y. stricta</i>										F, G					
<i>Y. thompsoniara</i>										F, Fr, G					
<i>Y. torreyi</i>									F	F					T
<i>Y. treculeana</i>										F					
<i>Y. valida</i>													F, T		
<i>Y. whipplei</i>			F							F, R, T, G		T	T		F, R, T

T = tiges - F = feuilles - TC = tissu de culture - R = rhizomes - Fl = fleurs - G = graines

Fr = Fruits

Les formules des principales sapogénines sont les suivantes :



Sarsapogenin

(C₂₅ neo) (25 I.)
R = CH₃, R' = H

Markogenin

(C₂₅ neo)
R = CH₃, R' = H

Yamogenin

(C₂₅ neo)
R = CH₃, R' = H

Esmilagenin

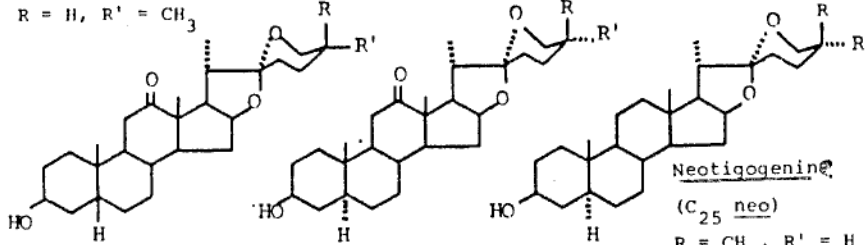
(C₂₅ iso) 25 D)
R = H, R' = CH₃

Samogenin

(C₂₅ iso), R=H, R'=CH₃

Diosgenin

(C₂₅ iso), R=H, R'=CH₃



Willagenin

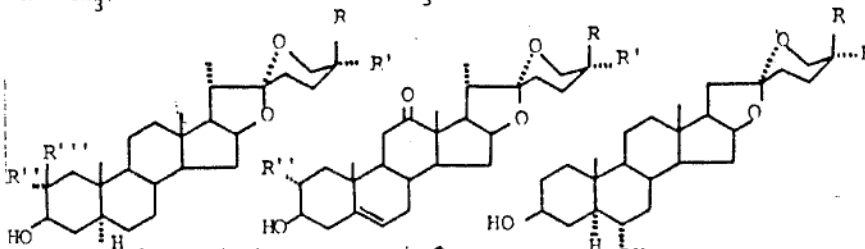
(C₂₅ neo)
R = CH₃, R' = H

Hecogenin

(C₂₅ iso)
R = H, R'=CH₃

Neotiogogenin

(C₂₅ neo)
R = CH₃, R' = H



Gitoagenin (C₂₅ iso)
R=H y R'=CH₃, R''=OH,
R''' = H

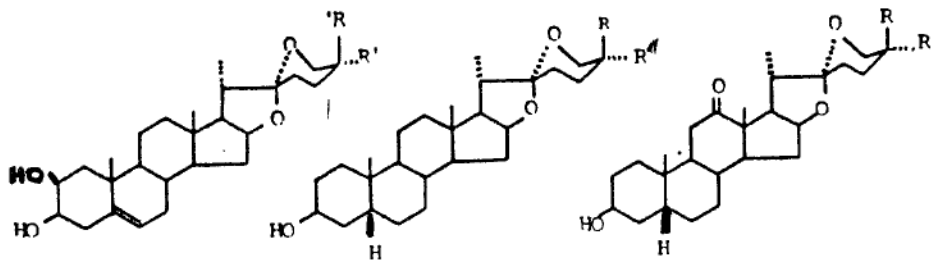
Kammogenin
(C₂₅ iso), R=H
R''=CH₃, R'''=OH

Chlorogenin
(C₂₅ iso)

Markogenin (C₂₅ neo)
R=CH₃, R'=H
R''=H, R'''=OH

Notogenin (C₂₅ iso)
R=H, R'=CH₃, R''=H

Samogenin (C₂₅ iso), R=H',
R''=CH₃, R'''=H, R''''=OH



Yuccagénine
R = CH₃, R' = H

Smilagénine
R = CH₃
R' = H

Gloriogénine
R = CH₃
R' = H

Les génines les plus répandues sont la sarsapogénine, la tigogénine, la smilagénine, l'hécogénine.

La sarsapogénine, la tigogénine, l'hécogénine sont très intéressantes puisqu'elles peuvent servir de matière première pour l'hémisynthèse des stéroïdes sexuels et corticoïdes anti-inflammatoires [2, 25, 35].

Certaines espèces sont riches en sarsapogénine, le Yucca arizonica peut contenir dans sa graine jusqu'à 12 % de sarsapogénine, le Yucca baccata 6,8 %, les autres espèces riches en sarsapogénine sont : le Yucca filifera, le Yucca periculosa, le Yucca carnerosana, le Yucca elephantipes, le Yucca valida [56].

La meilleure source d'extraction semble être le Yucca filifera, espèce très répandue au Mexique, car elle contient dans ses graines une proportion très élevée de saponosides (15 %) qui par hydrolyse ne donnent qu'un seul type de génine : la sarsapogénine et un mélange de sucres (pentoses et hexoses) [56].

Certaines espèces renferment donc plusieurs génines, alors que certaines espèces ne contiennent qu'un ou deux types de génines particulières : kétotigénine, et de la markogénine, composé très rare [46, 48].

Les différentes parties de la plante ne renferment pas forcément les mêmes sapogénines, la graine est généralement la partie la plus riche en sapogénines. De plus, l'époque de la récolte joue un grand rôle, en effet la composition qualitative et quantitative en sapogénines varie au rythme des saisons [36]. C'est vrai pour les yuccas, mais aussi pour d'autres espèces d'Agavacées comme Samuela carnerosana et Agava stricta [36].

L'équipe composée des professeurs MARKER et LOPEZ [36] montra pour la première fois, juste après la Deuxième Guerre Mondiale, la variation saisonnière des sapogénines dans les plantes de la famille des Agavacées. Les résultats obtenus par MARKER pour l'espèce Yucca shottii sont résumés dans le tableau suivant :

TABLEAU VI : Variation saisonnière des sapogénine du Yucca shottii

Périodes	Bourgeonnement	Floraison	Fructification	Après-fructification
Sapogénine				
Tiges	kammogénine manogénine mexogénine yuccagénine			kammogénine yuccagénine
Fleurs	gitogénine samogénine smilagénine	manogénine gitogénine	néomanogénine néogitogénine	
		tigogénine smilagénine	néotigogénine sarsapogénine	
Racines	yuccagénine			yuccagénine
Feuilles	kammogénine			kammogénine

Les plantes avant la fructification contiennent un mélange de monohydroxystéroïdes (kammogénine et yuccagénine). De plus un phénomène d'isomérisation se produit quelques semaines avant la fructification.

Il semble donc qu'il y ait d'importantes modifications structurales dans la plante à l'approche de la fructification.

En conclusion, les yuccas sont très riches en saponosides, ces composés une fois hydrolysés libèrent des saponines dont les plus intéressantes sont la sarsapogénine, la tigogénine et l'hécogénine. Mais n'oublions pas que les yuccas renferment aussi des hydrates de carbone (cellulose, polysaccharides) de la vitamine C en quantité non négligeable, des acides gras, des protéines.

Les yuccas renferment donc des composés chimiques intéressants, ce qui laisse présager de nombreuses applications alimentaires, industrielles et médicales.

**LES PROPRIETES
PHYSIOLOGIQUES
ET PHARMACOLOGIQUES
DES YUCCAS**

I. LES PROPRIETES PHYSIOLOGIQUES

I.1. Chez l'homme

Les propriétés curatives des yuccas, notamment celles du Yucca shidigen sont connues depuis des centaines d'années par les tribus indiennes [7].

Ils utilisaient le concentré du jus extrait par la vapeur ou l'eau bouillante, comme remède naturel pris par voie interne ou externe contre l'arthrite, le diabète, les maux d'estomac, les oedèmes, la lèpre etc...

I.1.1. Activité anti-arthritique

Peu d'auteurs se sont penchés sur cette action.

En 1975, BINGHAM publie un rapport [6] sur le rôle bénéfique des saponines extraites des yuccas. Selon l'auteur elles seraient un moyen de lutter contre l'arthrite.

L'extrait de yucca se présente sous forme de comprimés, la posologie optimale semble être de quatre comprimés par jour.

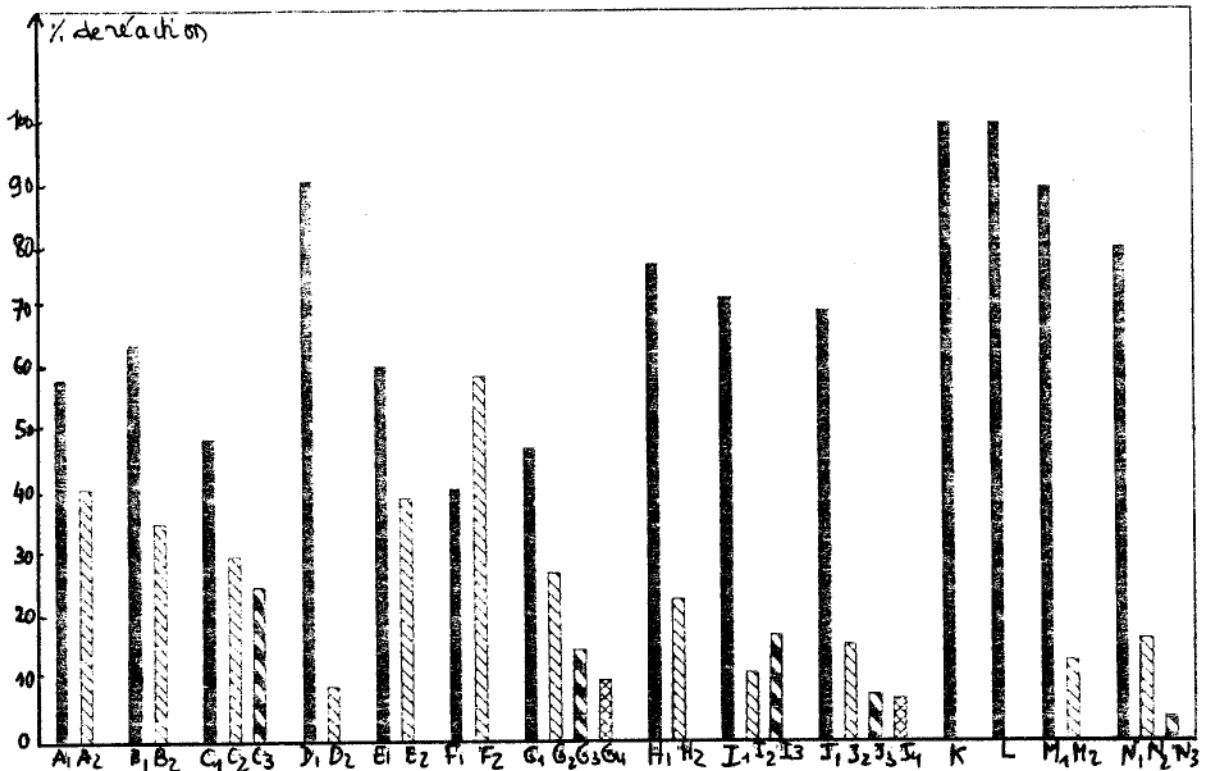
Les premiers effets ne se manifestent pas avant une période assez longue pouvant aller jusqu'à six mois.

En tout, 156 patients des cliniques de Hot Springs et Riverside City en Californie sont traités, en outre ils reçoivent le placebo, comprimé morphologiquement identique au comprimé de yucca.

L'étude est menée en double aveugle, c'est-à-dire que ni les patients, ni les docteurs ne connaissent le protocole expérimental.

Les résultats sont les suivants :

Diagramme 1: effets des saponines extraites du yucca shidigen



- A1 : ostéoarthrite
- A2 : arthrite rhumatoïde
- B1 : femmes
- B2 : hommes
- C1 : effet favorable
- C2 : pas d'effet
- C3 : effet incertain
- D1 : pas d'effet secondaire
- D2 : quelques effets secondaires
- E1 : amélioration de l'arthrite
- E2 : pas d'amélioration
- F1 : personnes prenant régulièrement l'extrait de yucca
- F2 : personnes ne prenant pas régulièrement l'extrait de yucca
- G1 : les saponines ont un effet, oui
- G2 : les saponines n'ont pas d'effet
- G3 : elles ont un effet incertain
- G4 : ne peuvent pas se prononcer
- H1 : bénéficie en jours, semaines
- H2 : non essayé

- I1 : oui
- I2 : incertain
- I3 : non
- J1 : pas de changement
- J2 : meilleure circulation
- J3 : les saponines raffermissent la peau et tonifient les cheveux
- J4 : moins de migraines
- K : absence d'allergie
- L : absence
- M1 : goût favorable
- M2 : pas de goût
- N1 : pas d'effet
- N2 : effet favorable
- N3 : effet défavorable

Si l'on examine le diagramme des résultats (N°1) on s'aperçoit que les saponines des yuccas ne provoquent ni allergie, ni effet secondaire.

Près de 60 % des patients se sentent soulagés, notant une augmentation de leurs capacités locomotrices, ils souffrent moins de leurs articulations qu'ils trouvent moins volumineuses, moins rigides. Certains patients notent d'autres effets, comme l'amélioration des problèmes circulatoires, capillaires et dermatologiques ; 7 % notent une diminution de la fréquence d'apparition de leurs migraines.

Le placebo soulage 21 % des patients, ce qui semble souligner le rôle non négligeable de la composante psychologique.

D'après l'étude clinique de BINGHAM, l'extrait de yucca pourrait donc posséder une action antiarthritique. Cependant il n'élucide pas le mécanisme d'action des saponines ; selon l'auteur elles exerceraient une action locale dans l'intestin, agissant par le biais des bactéries entérocholiques. De plus, elles permettraient d'éliminer certaines bactéries pathogènes [6, 7].

De nombreux auteurs ont étudié la corrélation entre infections intestinales et arthrite. En général un grand nombre d'infections intestinales se compliquent, donnant de l'arthrite, citons les dysenteries à shigella ou amibiennes, les infections gastroentériques à yersinia enterocolitica [15].

De même la spondylarthrite ankylosante, arthrite réactive est due à diverses entérobactéries [55].

Donc dans certains cas l'arthrite peut apparaître à la suite d'infections intestinales, il existerait un parallélisme entre l'évolution des manifestations articulaires et l'évolution des troubles digestifs.

Il faut, cependant rester extrêmement prudent quant à cette indication thérapeutique des yuccas. En effet, le bénéfice est incontestable pour les malades, mais n'est-il pas dû à une thérapeutique globale ?

Bien des malades souffrant d'astéoarthritis, et d'arthrite rhumatoïde présentent des déficiences nutritionnelles et métaboliques ; avant d'instaurer une véritable thérapie, on corrige cet état pathologique. BINGHAM propose un traitement incluant l'exercice, le calme, le repos, la prise de calcium, les vitamines (A et D essentiellement, pour reconstruire une articulation), un supplément nutritionnel : l'extrait de yucca pris sous forme de comprimés. La prise d'antiflammatoires traditionnels est évitée le plus longtemps possible.

BINGHAM ne préconise donc pas l'extrait de yucca comme traitement thérapeutique à part entière, l'arthrite ne peut se traiter que par une polythérapie incluant des facteurs émotionnels, alimentaires, et physiques.

I.1.2. Activité hypocholesterolémiante, et antihypertensive [8]

Cette vertu thérapeutique du yucca est peu connue, et n'est mentionnée dans aucun recueil de médecine traditionnelle. Pourtant en 1978, BINGHAM [8], ne s'appuyant encore sur aucun travail antérieur précis, publie une autre étude clinique sur les effets métaboliques des yuccas.

Les expériences réalisées par ce chercheur se déroulent toujours dans les cliniques de Hot Springs et Yorba Linda. Cette fois, il traite un plus grand nombre de malades : 212 au total.

L'extrait de yucca est toujours délivré sous forme de comprimés. Comme trois ans auparavant cette étude est menée en double aveugle. En outre on donne aux malades une forme liquide et une forme solide pour comparer leur efficacité.

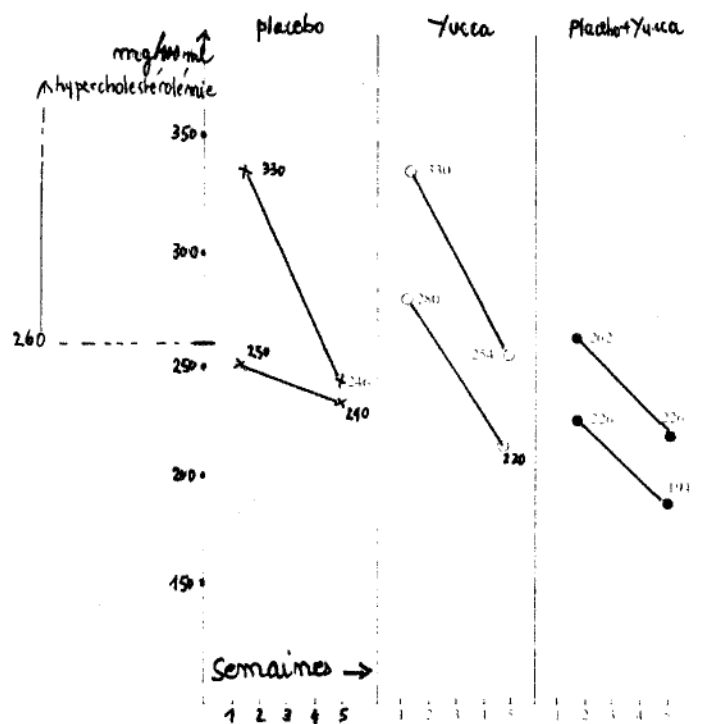
En fait cette étude confirme celle réalisée en 1975, sur l'effet antiarthritique de l'extrait de yucca. Les patients sont soumis à un régime hyperprotidique, hypervitaminique, incluant des produits naturels, pratiquent un exercice physique régulier.

L'étude dure un an, les patients prennent l'extrait au minimum six mois. Les résultats sont aussi bons selon qu'il s'agit de forme liquide ou de la forme solide.

Comme pour l'étude précédente, aucun effet secondaire gênant n'est noté.

Les taux de cholestérol et de triglycérides, ainsi que la pression artérielle furent relevés tous les mois. Les résultats sont donnés dans les tableaux suivants (VII, VIII, IX).

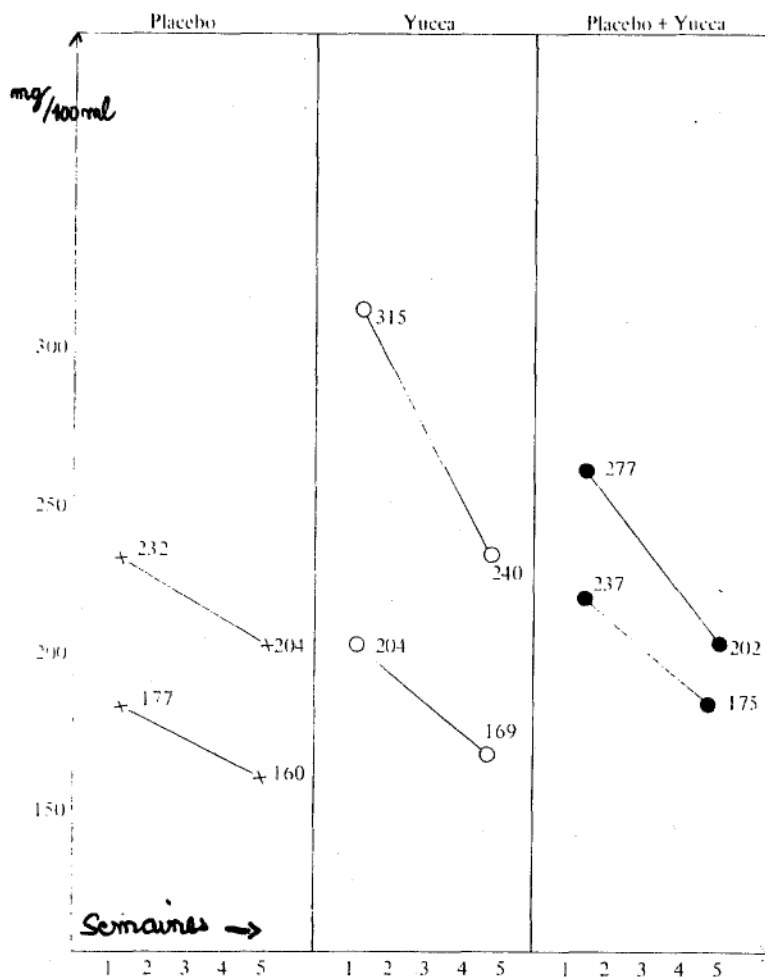
TABLEAU VII : Effet de l'extrait de saponines et du placebo sur le cholestérol sanguin (cholestérol total)



- x — x patients recevant le placebo
- o — o patients recevant l'extrait de yucca
- — ● patients recevant le placebo et l'extrait de yucca

La barre du haut correspond au niveau maximum relevé, la barre du bas au niveau moyen.

TABLEAU VIII : Effet de l'extrait de saponines et du placebo sur les triglycérides sanguins



x ————— x

patients recevant le placebo

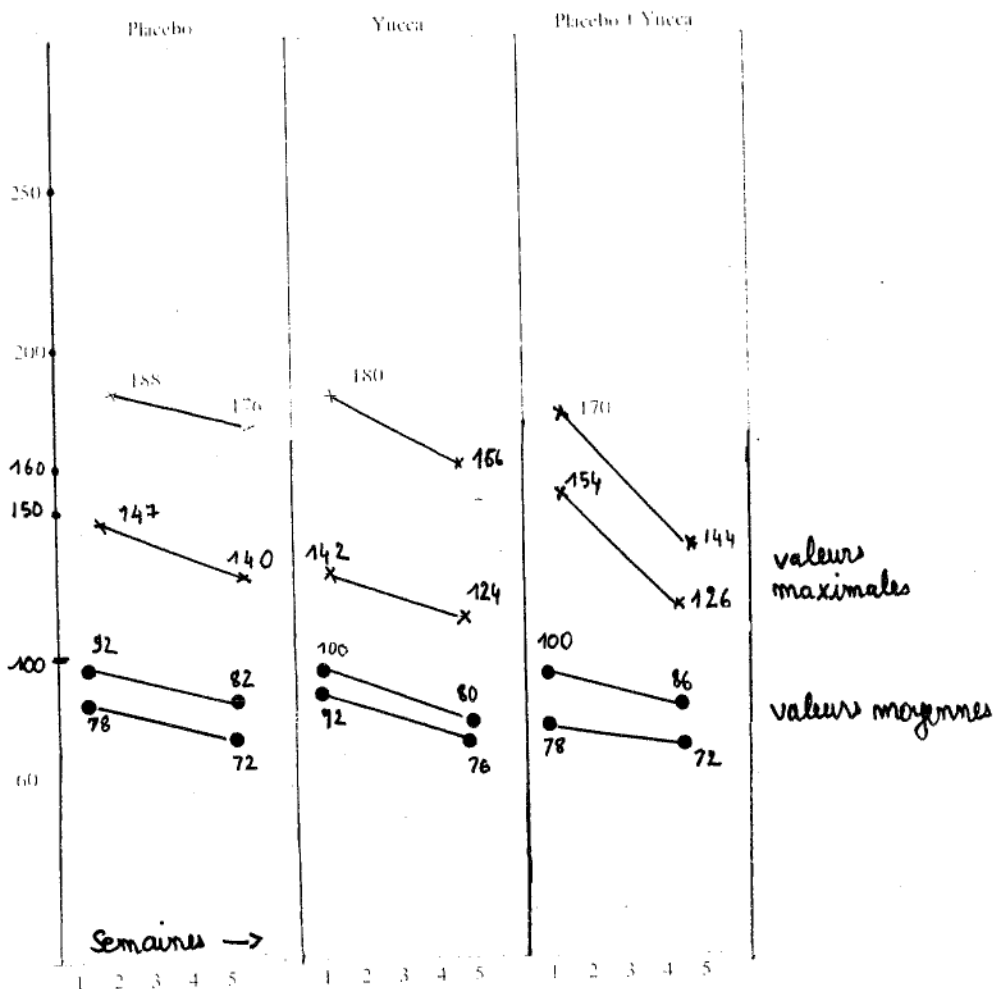
○ ————— ○

patients recevant l'extrait de yucca

● ————— ●

patients recevant le placebo et l'extrait de yucca

TABLEAU IX : Effet de l'extrait de saponines et du placebo sur la pression sanguine



pression systolique : ligne du dessus
 pression diastolique : ligne du dessous

D'après l'auteur il semble bien que le yucca ait une action bénéfique pour les patients atteints d'hypertriglycéridémie, d'hypercholestérolémie, d'hypertension artérielle.

Comme précédemment l'effet "placebo" n'est pas négligeable, il en est tenu compte dans l'expression de l'activité des extraits de yuccas.

Le mécanisme exact de l'action des saponines est encore inconnu ; certains auteurs pensent que les saponines ne traversent pas la barrière intestinale. Comment alors expliquer leurs effets antihypertenseurs ?

Cependant, les saponines agissent dans l'intestin comme des émulsionnants, des surfactants sûrs et naturels diminuant l'absorption des produits toxiques. De plus elles brisent les molécules d'acide gras présentes dans les graisses, retardant et diminuant leur absorption. Cette propriété pourrait expliquer la baisse des triglycérides sanguins. Quant à la baisse du taux de cholestérol, l'effet serait dû à une compétition entre saponines et cholestérol au niveau de la muqueuse intestinale.

Comme dans le chapitre précédent, l'extrait de yucca n'est encore qu'un supplément nutritionnel, la diète et l'exercice augmente sans aucun doute considérablement ses effets [8].

I.2. Action sur les microorganismes

I.2.1. Action sur les bactéries

En 1979, YALE s'intéresse aux propriétés "anti-stress" de l'extrait du Yucca schidigera. Cet extrait riche en saponines provient des graines.

Le stress imposé aux microorganismes est soit d'origine chimique, soit d'origine thermique ; comme stress chimique, il pense à l'augmentation brusque du PH. Il teste aussi la résistance des bactéries soumises à un toxique minéral, le cuivre. En effet, le cuivre réduit le métabolisme des bactéries de 38 %. Ce métabolisme est reflété par le dégagement de dioxyde de carbone ; il est encore modifié par une

augmentation de PH (le PH optimum de croissance étant de 6). A PH 8 la diminution du métabolisme de base approche les 43 %.

Lorsqu'on ajoute les extraits du Yucca shidigera dans le milieu de culture, les effets bénéfiques sont vite observés, en effet, l'extrait élimine complètement la toxicité du cuivre et réduit de 81 % les effets inhibiteurs du stress chimique.

Cependant, l'extrait riche en saponines n'exerce aucune action sur les bactéries placées dans de bonnes conditions.

I.2.2. Action sur les levures [57]

A la suite de ses travaux sur les bactéries, YALE essaye d'analyser l'action des saponines sur les levures.

Il utilise toujours l'extrait provenant du Yucca shidigera.

Les variations du métabolisme sont reflétées par la variation du taux de fermentation. Elle s'accompagne d'un dégagement de gaz. Il note le volume de gaz formé après deux heures de fermentation à 40°C (qui est la température optimum de croissance) et après deux heures à une température de 20°C, très défavorable. A la température de 20°C, la baisse du taux de fermentation atteint près de 50 %.

Puis, il ajoute au milieu de culture, du cuivre. Comme pour les bactéries, les levures sont très sensibles au cuivre, qui diminue leur métabolisme.

L'addition de saponines réduit l'action négative de l'agent stressant, mais contrairement aux bactéries, la toxicité du cuivre n'est pas complètement stoppée.

On peut donc dire que l'extrait de yucca atténue les effets stressants du cuivre sur les levures, mais moins nettement que pour les bactéries. De plus, l'effet des saponines sur une culture placée dans des conditions normales est inexistant.

I.3. Action sur les mollusques [45]

En 1983, SHOEB s'intéresse aux propriétés de l'extrait des feuilles du Yucca filamentosa [46].

Certains mollusques jouent le rôle d'hôte intermédiaire lors du cycle de certaines parasitoses, comme la bilharziose. Il s'agit des espèces Biomphalaria alexandrina et Bulinus truncatus, gastéropodes pulmonés qui hébergent l'agent des bilharzioses intestinales (*Shistosoma mansoni*) et l'agent des bilharzioses uro-génitales (*Shistosoma hematobium*).

Ces deux espèces sont récoltées en Egypte (cadre de l'étude de 1983), dans des canaux d'irrigation.

Les saponines sont extraites à l'eau bouillante. L'extrait contient aussi des substances organiques et inorganiques inactives sur les mollusques. Les mollusques sont exposés 3, 6, 9 ou 24 heures à l'extrait de yucca.

Les résultats sont les suivants :

Les 100 % de mortalité sont atteints avec un taux de saponines de 90 ppm pendant 9 heures, 30 ppm suffisent pour une période de 24 heures.

Les radiations solaires sont inactives, et ne modifient pas l'effet des saponines, de même cette activité est stable dans un milieu alcalin ou acide.

De plus cet extrait doit être utilisé rapidement car il se détériore très vite à la température ambiante, ce qui est un avantage pour l'environnement.

D'autres Agavacées peuvent fournir des saponines, il s'agit des espèces Agava angustifolia, Agava celsii. L'extraction la plus économique et la plus simple semble être l'extraction par l'eau bouillante.

I.4. Effet des saponines sur les végétaux supérieurs [56]

YALE poursuivant son investigation sur l'effet anti-stress des saponines, teste les graines de laitue, et notamment leur germination. Dans les conditions optimales, la germination est la meilleure à 25°C. Au-delà de cette valeur, la température ralentit la germination. Il utilise une température de 30°C comme agent stressant.

Au bout de 7 jours, l'auteur note le nombre de plants formés à partir de 20 graines ; à la température de 30°C le nombre de plants formés est de 16 au lieu de 19.

Puis il recommence son expérience, mais avant de placer les graines dans de mauvaises conditions, il les traite avec un pourcentage croissant de saponines variant de 0,01 % à 1 %.

Il s'avère que les saponines inhibent complètement l'effet négatif de la température.

Dans une deuxième expérience YALE pèse les plants formés à une température optimale et formés à une température défavorable de 30°C. Les résultats confirment l'action bénéfique des saponines.

Avec un mode expérimental similaire, il vérifie l'action des saponines sur d'autres plantes ; notamment le Yucca baccata, les graines d'alfafa, la Phytolacca dodecandra.

Les résultats confortent l'action anti-stress des saponines, elles inhibent l'action néfaste de la température, néanmoins l'effet bénéfique s'atténue lorsqu'on augmente la concentration en saponines, la concentration optimale semble être de 5 ppm (parties par million).

YALE essaye ensuite des surfactants industriels, notamment des surfactants anioniques, et compare leur action à celle des saponines. Aucun surfactant utilisé à une concentration voisine n'est aussi efficace que les saponines.

Cependant, alors que l'effet diminue lorsqu'on augmente la concentration en saponines, les surfactants semblent avoir une action

plus efficace que les saponines à haute concentration.

YALE conclue son étude en proposant des applications industrielles dérivant de cet effet anti-stress sur les microorganismes. Cet usage prometteur sera développé dans un paragraphe ultérieur.

II. LES ESSAIS PHARMACOLOGIQUES SUR L'ANIMAL

On sait peu de choses à ce sujet, aucune action précédente (antiarthritique, hypocholestérolémiante ...) n'a fait l'objet d'une recherche pharmacologique chez l'animal.

Seule l'action anticancéreuse a été démontrée chez la souris [1].

II.1. L'action antitumorale du *Yucca glauca*, et du *Yucca aloïfolia*

II.1.1. Du *Yucca aloïfolia*

Les premiers travaux sur l'action antitumorale du *Yucca aloïfolia* datent de 1968. SOKOLOFF montre l'activité antitumorale de l'extrait hydroalcoolique des fleurs fraîches du *Yucca aloïfolia* sur plusieurs tumeurs de souris.

En fait, peu de travaux furent consacrés à cette espèce de yucca, les chercheurs américains abandonnèrent le *Yucca aloïfolia* au profit du *Yucca glauca* espèce beaucoup plus prometteuse.

II.1.2. Du *Yucca glauca*

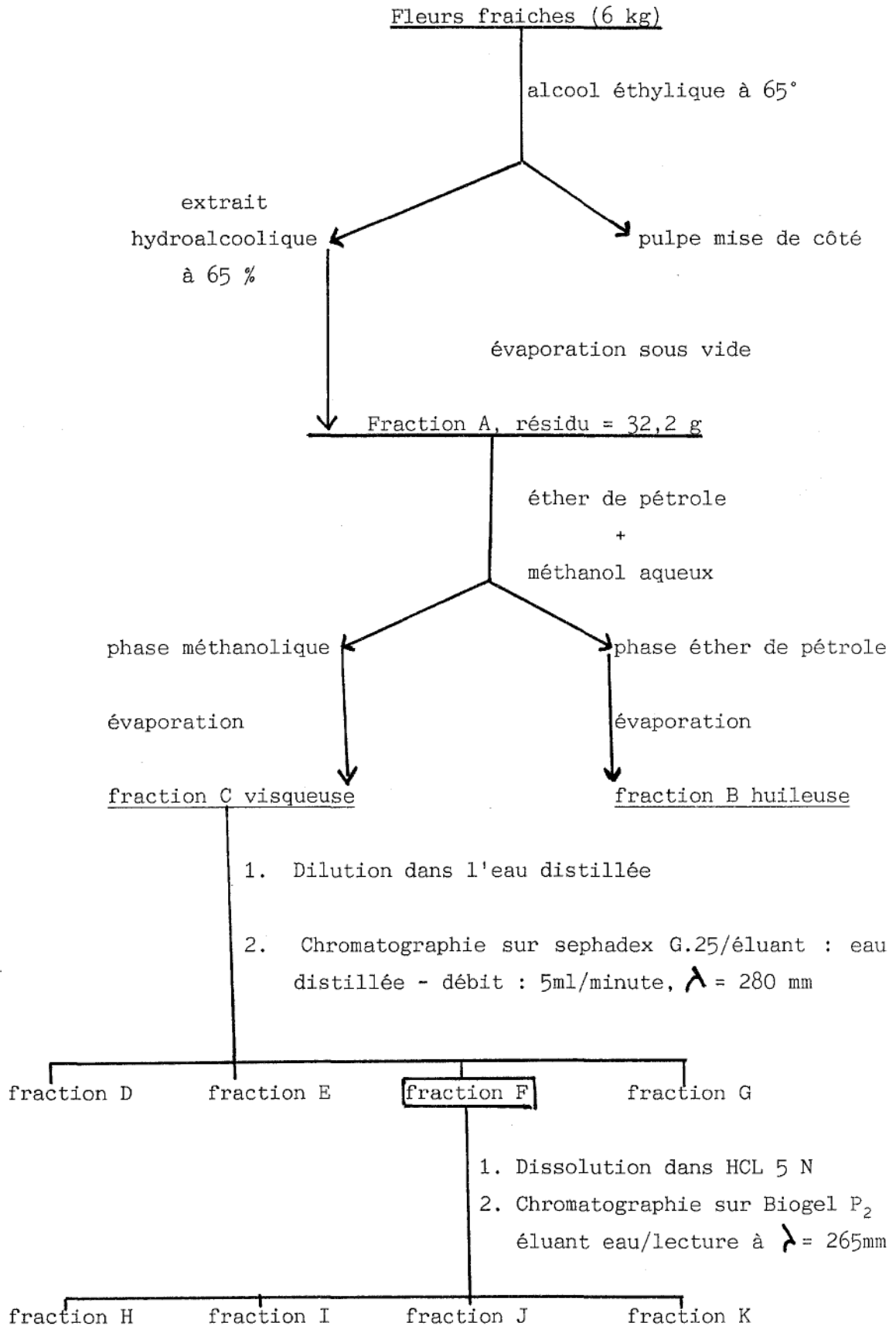
En 1978, ALI et ses collaborateurs s'intéressent aux propriétés oncolytiques et oncostatiques du *Yucca glauca* [1].

Ces chercheurs étudient l'action in vivo de l'extrait du Yucca glauca, chez la souris atteinte de trois modèles de tumeurs : le mélanome B 16, et les leucémies L 1210 et P 388. Ils publient un rapport décrivant l'extraction, le fractionnement et la purification des molécules supposées actives : les polysaccharides. L'extrait est actif seulement sur le mélanome B16.

II.1.2.1. L'extraction des polysaccharides [1]

Les fleurs fraîches du Yucca glauca sont traitées avec de l'éthanol à 65°.

Le schéma d'extraction d'ALI est le suivant :



II.1.2.2. Les résultats [1]

La fraction B a une faible solubilité et un indice thérapeutique peu élevé, elle contient des phytostérols. Des fractions D, E, F, G seule la fraction F montre une activité anticancéreuse prometteuse.

L'activité antitumorale s'évalue après transplantation des tumeurs sur un lot de 18 souris (6 souris pour chaque type de tumeur) et après traitement par un anticancéreux : le 5 fluorouracile.

Après chaque expérience on calcule le temps de survie des souris traitées avec le mélange polysaccharides plus 5 fluorouracile par rapport aux souris témoins, traitées seulement avec 5 fluorouracile.

Pour toutes les expériences, le contrôle positif montre une augmentation de la durée de vie des souris traitées avec le 5 fluorouracile de 25 à 80 %.

Les résultats sont les suivants :

TABLEAUX X : activité antitumorale des fractions du Yucca glauca contre le mélanome B 16

<u>Fraction</u>	<u>Dose(mg/kg)</u>	<u>ILS %</u>
E	200	10.5
	400	21.5
	500	3.2
F	200	95.8
	300	13.0
	400	61.9
	400	198.0
	400	127.7
	400	96.2
	400	73.8
	400	152.9
G	200	3.0
	300	12.1
	400	32.0
H	5	54.8
	7	61.3
	5	46.15
	5	106.58
	10	129.53
	5	111.3
	10	20.7
	20	37.7
	5	173.24
	10	240.84
	I	2
5		241.9
7		525.8
5		340.8
5		123.07
5		362.89
10		228.99
2		108.33
5		334.03
5		118.8
10		143.3
20		141.5
5		83.61
10	122.53	
J	5	33.8
K	5	1.2

ILS = increase of life span = augmentation de la durée de vie du 5 fluorouracile

La fraction F hydrolysée et chromatographiée, est scindée en 4 fractions (H, I, J, K). Seules les fractions H et I montrent une activité anticancéreuse in vivo, l'augmentation de la durée de vie du 5 fluorouracile à la dose de 5 mg/kg pouvant même atteindre 525 % (pour la fraction I). Ces deux fractions augmentent considérablement la durée de vie des souris, par contre elles ne sont pas actives contre les leucémies L 1210 et 388 in vivo.

Que contiennent donc ces deux fractions ?

ALI procède par élimination, il essaye de mettre en évidence les saponines. Les fractions H et I n'en contiennent pas. Puis il recherche les protéines.

Seule la fraction F contient des protéines (2 %).

Ensuite, il recherche les sucres simples obtenus après hydrolyse des polysaccharides.

Les résultats sont les suivants :

TABLEAUX XI : Sucres simples contenus dans les fractions H et I

Fraction	sucres simples
Fraction I	galactose (++) arabinose, mannose, glucose, xylose, rhamnose
Fraction H	galactose arabinose, glucose, mannose, xylose, rhamnose + 1 sucre non identifié

Les fractions H et I contiennent donc qualitativement les mêmes sucres, la fraction H possède un sucre en plus, sa structure est encore inconnue. Les fractions H et I contiennent aussi de l'acide uronique.

Selon ALI l'activité anticancéreuse sur le mélanome B 16 chez la souris, serait due à la présence de polysaccharides ou à toute autre substance aux propriétés chromatographiques identiques.

II.1.2.3. Discussion [1]

A part ALI et ses collaborateurs, le célèbre NCI = national cancer institute des Etats-Unis a testé in vitro plusieurs espèces de yucca, et notamment leurs fruits et leurs feuilles.

Les résultats sont les suivants :

TABLEAU XII : Les espèces testées par le NCI et résultats

Espèces testées	résultats	parties testées
<u>Yucca aloëfolia</u>	-	feuilles
<u>Yucca baccata</u>	-	fleurs fraîches
<u>Yucca endchiliana</u>	-	feuilles
<u>Yucca filamentosa</u>	-	feuilles
<u>Yucca glauca</u>	-	fruits
<u>Yucca shottii</u>	+ contre le sarcome 180 et la leucémie L 1210	fleurs fraîches

Donc bien peu de yuccas furent testés par le NCI.

Seules les fleurs fraîches du Yucca shottii semblent posséder une activité anticancéreuse.

En 1976, le NCI n'avait pas encore testé les fleurs fraîches du Yucca glauca, c'est ce qui à incité ALI à entreprendre des essais in vivo sur la souris.

Il précise que seules les fleurs fraîches ont une action antitumorale, les fleurs sèches, les feuilles, les graines, les fruits, les racines n'en possèdent pas.

Néanmoins l'action antitumorale in vivo des fractions du Yucca glauca est limitée au mélanome B 16. Il n'est pas actif contre les leucémies L 1210 et P 388. Ceci montre qu'il existe des agents anticancéreux actifs contre des tumeurs solides (les mélanomes) et inactives contre des leucémies.

Probablement que l'aspect le plus important et significatif de cette étude est l'effet observé sur les trois systèmes standards de tumeurs.

APPLICATIONS

ALIMENTAIRES

ET INDUSTRIELLES

DES YUCCAS

I. LE YUCCA COMME SOURCE ALIMENTAIRE

I.1. L'utilisation des fruits

Les fruits du Yucca glauca, que certains auteurs disent purgatifs, du Yucca standleyi, Yucca angustissima et Yucca harrimaniae sont comestibles, et même très appréciés par les Indiens [37].

Bouillis pendant 15 à 25 minutes, puis pelés et servis avec du beurre, sel et poivre, les fruits ont un goût presque doux, mais il demeure un reste d'acidité. Ils peuvent aussi être préparés comme les épinards ou les asperges [37].

Néanmoins en pelant le fruit avant la cuisson, l'acidité disparaît.

Les Indiens d'Amérique les cuisent dans les braises d'un feu, mais peuvent aussi les peler et les faire sécher au soleil, les stocker pour un usage futur. Si les fruits sont matures, il est nécessaire d'enlever les graines, les fruits jeunes peuvent être mangés sans enlever les graines.

Les fruits des Yucca baccata, Yucca filamentosa sont aussi comestibles, et sont consommés par les Indiens et les Mexicains [35].

Les fruits du Yucca aloifolia sont comestibles, mais peuvent provoquer des diarrhées. Les fruits des espèces à baies charnues, appelées communément "datiles" ou dattes comme celles des vrais palmiers, sont recherchés pour leur contenance en sucre, l'espèce Yucca carnerosana fournit des dattes succulentes [56].

On peut les laisser fermenter, certains Mexicains en font des boissons alcoolisées.

De plus, les dattes sont consommées par les insectes et autres animaux de la faune sylvestre, elles sont une importante matière pourvoyeuse pour le miel des abeilles.

Enfin, certains paysans Mexicains fabriquent de la farine à partir des fruits secs, et d'autres produits [56].

En général les fleurs sont préférées aux fruits.

I.2. Les fleurs [37]

Les fleurs des espèces Yucca elata, Yucca glauca, Yucca baccata (les bourgeons), Yucca elephantipes sont comestibles [38, 51].

Les fleurs du Yucca glauca sont mangées crues, en salade ou bouillies, ou frites avec de la panure et de l'oeuf [37].

STANDLEY dans "Les arbres et arbustes du Mexique" relate qu'en 1920, il était courant de trouver des fleurs de yucca à vendre sur les marchés mexicains, sous le nom de "Flore de palma china" [37].

De même, il est courant de trouver même encore de nos jours des bouquets de fleurs fraîches de l'espèce Yucca elephantipes sur les marchés du Guatemala [38] et du centre de l'Amérique. Elles sont un peu amères. Cette amertume est due à la présence de résine ; chez certaines espèces, son taux est si élevé qu'elle peut les rendre impropres à la consommation. Heureusement cette résine s'élimine facilement par traitement thermique, en cuisant longuement les fruits et en changeant l'eau plusieurs fois, ou en les traitant par la soude à 1 %, pendant 24 heures, la soude étant éliminée ensuite par lavage à l'eau [37].

Quelle est la valeur nutritive de ces fleurs ?

Elles peuvent contenir un taux élevé en protéines, jusqu'à 26 % pour certaines espèces, et un taux en vitamine C pouvant aller jusqu'à 400 mg pour 100 g de fleurs, pour l'espèce Yucca elephantipes [38]. On consomme les fleurs en boutons ou matures, ainsi que leurs pédoncules floraux.

Enfin, les panicules sont très appréciées par le bétail [34].

I.3. La comestibilité des autres parties de la plante

Les graines des espèces Yucca arborescens, Yucca macrocarpa, Yucca glauca sont consommées par les indiens [37, 51].

De plus les graines contiennent une huile qui apparemment pourrait être extraite, en vue d'une consommation humaine et animale. Cependant, il serait préférable d'éliminer les stéroïdes présents dans cette graine [56].

De la graine du Yucca filifera, on extrait une huile comestible contenant 82 % d'acide linoléique, taux très élevé pour une huile végétale [56]. De plus les graines contiennent une bonne quantité de protéines.

Les coeurs des jeunes pousses des espèces Yucca glauca, Yucca elephantipes quoique un peu amers, sont mangés et même vendus sur les marchés sous le nom de "cogollos del izote" [38].

Les feuilles fibreuses et dures contiennent de l'acide salicylique. Les racines renferment des saponines en quantité importante et selon DUNEL, JENSEN, KLINGER ne doivent pas être consommées [37].

On utilise depuis fort longtemps les yuccas dans l'alimentation du bétail.

Déjà, en 1916-1917 les américains sèchent des plants de yuccas et les utilisent comme fourrage [34].

En 1919, l'institut UDSA rapporte que le Yucca elata est une bonne source de nourriture pour le bétail, il le compare avec l'alfafa, le maïs vert. Aucun effet morbide n'est révélé.

Néanmoins, c'est une nourriture de secours pour le bétail.

Une analyse effectuée en Mars 1986 par le laboratoire de recherche agronomique de Toulouse permet de conclure que la valeur nutritive d'un fourrage à base de feuilles est sensiblement égale à

celle d'un maïs fourragé grain laiteux. Ce nouveau fourrage offrirait l'avantage d'être disponible toute l'année et de donner un rendement à l'hectare supérieur au fourrage habituel ; l'analyse chimique des feuilles sèches de certaines espèces de yuccas révèle un contenu en protéine pouvant aller jusqu'à 20 % [56].

Les feuilles sont d'abord brûlées puis les plants sont coupés à la hache et tractés vers une usine de traitement [56].

Cependant, on n'utilise pas les feuilles fraîches bien qu'elles contiennent une quantité suffisante de protéines, car elles renferment de l'acide cyanhydrique. Il est éliminé lors du séchage des feuilles, processus qui demande entre 12 et 18 jours [56].

Les feuilles sèches du Yucca elata ont été analysées, il s'avère qu'elles peuvent être utilisées comme nourriture pour les bovins, elles contiennent 44 % de protéines, 6,7 % de cendres, 32,7 % de fibres, 49,2 % d'azote libre ; ceci par rapport au poids sec.

La plante donne 500 à 1000 kg de matière verte par acre, à présent des machines la coupent et la mettent en condition d'être utilisée comme fourrage sur le lieu même de la récolte.

Le bétail grâce à ce fourrage peut être nourri pendant une sécheresse, même longue [56].

I.4. Les saponines comme supplément nutritionnel

I.4.1. Effets sur le bétail

En 1978, GOODALL et MATSUHIMA montrent que la sarsapogénine ajoutée dans la ration journalière du bétail ne recevant pas d'anaboliques stéroïdiques ou d'autres additifs type rumensin^R. augmente sa valeur nutritive et son efficacité.

Si le fourrage contient de la rumensin^R, l'addition de sarsapogénine augmente quand même son efficacité. La rumensin^R est un

dérivé de la monensin^R, c'est son sel de sodium, un agent antiprotozoaire, bactéricide et antifongique.

Le site d'action de ces saponines est limité au tractus digestif, ces molécules agiraient comme des surfactants et conditionneraient les membranes cellulaires, réduisant leur tension superficielle, favorisant l'absorption des nutriments.

I.4.2. Dans la ration journalière des volailles

En 1980, JOHNSTON et ses collaborateurs testent l'efficacité de la sarsapogénine ajoutée dans la ration journalière d'un élevage de volailles [31].

Ils en déduisent que la sarsapogénine augmente le poids des volailles âgées de 28 et 51 jours ; cependant la sarsapogénine n'augmente pas le rendement calorique de la nourriture, ne modifie pas le taux de mortalité, ni la pigmentation de la peau des volailles [31].

L'augmentation du poids est plus significative pour des volailles de 51 jours que pour des volailles de 28 jours.

Bien que les saponines du yucca ne soient pas absorbées, elles influencent la digestion à l'intérieur du lumen. Comme pour les bovins, les saponines jouent le rôle de surfactant, réduisent la tension superficielle des membranes cellulaires ; et peuvent aussi servir de précurseur dans la synthèse d'autres stéroïdes utilisés par les volailles.

De plus, on ne peut pas attribuer la prise de poids à l'augmentation du taux intracellulaire de sodium, l'extrait du yucca n'en contenant pas.

Les saponines agissent aussi sur les bactéries intraluminales, ses meilleurs effets s'exercent sur les bactéries vivant dans des conditions difficiles, loin des conditions optimales. Les bactéries étant stimulées, cet effet est en partie responsable de la meilleure digestion des nutriments. Dans ce même article, JOHNSTON mesure aussi le taux d'ammoniaque résiduel dans les basse-cours avec un détecteur à gaz type kitawara.

On sait déjà que des jeunes poules exposées à un taux en ammoniacque de 200 ppm réduisent nettement leur prise de nourriture. Leur croissance est diminuée car elles deviennent plus fragiles, leur mortalité augmente quand elles hébergent beaucoup plus de bactéries pathogènes type *Escherichia coli*, augmentant les infections du tractus respiratoire ; leur ponte diminue aussi.

Les saponines réduisent le taux d'ammoniacque résiduel dans les poulaillers, ce qui expliquerait aussi l'augmentation du poids des volailles.

En 1981, JOHNSTON étudie l'effet bénéfique d'un extrait le DSS40, provenant du yucca. Cet extrait associé au momensin^R est obtenu par séchage et pulvérisation des graines [33]. La momensin^R est un agent protozoaire, bactéricide et antifongique utilisé en thérapeutique vétérinaire. On l'isole d'une culture de *Streptomyces cinnamomensis*. C'est un dérivé de l'acide butyrique.

L'extrait de yucca associé au momensin^R augmente nettement la valeur nutritive du fourrage, c'est aussi le cas pour le bétail. Le taux optimal de momensin^R semble être de 121 ppm, associé à la momensin^R les saponines sont beaucoup plus efficaces.

En 1984, une autre équipe de chercheurs, dirigée par DZIUK [18] rapporte les effets d'un supplément de saponines dans la ration journalière de jeunes dindons, mesurant de ce fait tous les paramètres digestifs.

Ces saponines sont extraites du *Yucca shidigera* ; ajoutées en faible quantité (63 ppm) elles augmentent la production des oeufs grâce en partie à la réduction des taux résiduels d'ammoniacque dans les poulaillers.

La concentration en ammoniacque fut mesurée tous les deux jours, tenant compte de la production naturelle d'ammoniacque provenant des excréments, DZIUK change la litière tous les jours.

Ce chercheur mène trois types d'expériences, dans les deux premières il mesure la prise d'eau, de nourriture, l'excrétion de matière sèche, pendant une période de 72 heures chaque semaine, l'expérience durant 8 semaines.

Dans la troisième expérience le poids et la biotransformation de la nourriture chez des dindons sont mesurés une fois par semaine pendant six semaines. Les résultats sont les suivants : il n'y a pas de différence significative concernant la prise de poids entre les mâles et les femelles, la biotransformation de la nourriture est identique pour les mâles et les femelles.

De plus, les femelles ayant absorbé des saponines ont pris moins de nourriture que les femelles du lot témoin, les mâles n'ont pas modifié leur prise de nourriture.

Les jeunes dindons soumis au régime saponines consomment de plus grosses quantités d'eau.

Les effets des saponines sur les dindons sont moins importants que pour les autres volailles ou les bovins [18].

I.4.3. Effet sur les souris [26]

En 1975, HERNANDEZ détermine la valeur nutritive de l'huile des graines du Yucca filifera ("palma china") pour la souris en croissance.

Le régime de base comprend de l'huile de carthame, de la farine d'alfafa, des feuilles de guayule ; l'auteur remplace progressivement l'huile de carthame par l'huile du Yucca filifera, 35 % de l'énergie totale des rations est apportée par l'huile.

Les résultats obtenus montrent qu'il n'y a pas de facteurs défavorables dans l'huile de "palma china" puisque l'augmentation de poids et l'efficacité de conversion sont égales avec le traitement témoin et avec les régimes à base d'huile de "palma china".

L'emploi de l'huile de graine de "palma china" en alimentation animale est apparemment possible bien qu'on doive réaliser des essais en alimentation prolongée, ceci à cause des stéroïdes présents dans la graine.

La meilleure solution serait de les éliminer.

II. LE YUCCA COMME VALEUR INDUSTRIELLE

II.1. Le Yucca comme source de fibres

Les fibres sont composées de cellulose, d'hemicellulose et d'autres adhésifs naturels [56].

Le degré de polymérisation du yucca en cellulose est relativement bas (500 à 900), alors que celui du coton est de 2 400 à 2 500 [5].

Les fibres sont extraites de la feuille. Cette pratique est connue depuis fort longtemps. Les Indiens l'employaient pour fabriquer des sandales, des couvertures, des balais, des fagots, des cordes, des sacs, des paniers [44, 56].

II.1.1. L'extraction des fibres

Les Indiens trempaient les feuilles dans l'eau pour les ramollir, puis martelaient les fibres avec un maillet en bois [37].

La feuille sèche possède entre 13 et 23 % de fibres, l'espèce la plus riche en fibres est le Yucca elata (40 à 45 % de fibres) [56].

L'extraction des fibres est simple. Un rapport de WAKIL [52] indique un moyen efficace pour obtenir les fibres du Yucca glauca : les feuilles sèches sont placées dans des containers remplis d'eau ; elles pourrissent complètement en 4 jours. La cuticule est ôtée des feuilles, puis elles sont rincées plusieurs fois pour les débarrasser de la présence de gomme, de cire, de morceaux de bois, de paille.

Les fibres ainsi obtenues sont rassemblées en cordons et séchées [52].

II.1.2. Les caractéristiques des fibres

En général, les fibres extraites des feuilles de yuccas sont assez rigides.

En gros, la fibre est cylindrique, possède de grosses stries longitudinales, une paroi épaisse, un lumen large et régulier.

Chaque espèce possède une fibre aux caractéristiques physiques particulières.

La fibre du Yucca elata ressemble à celle du sisal africain, leurs capacités de tension sont voisines [34, 56].

Les fibres du Yucca baccata et du Yucca torreyi sont plus solides que les fibres du Yucca elata ; elles sont comparables à celles du chanvre de Manille [56]. Quant au Yucca glauca les caractéristiques de ses fibres sont données par WAKIL [52].

Il détermine la longueur moyenne de la fibre, sa résistance à l'élongation, sa section moyenne, la quantité de cellulose présente dans les fibres. Il compare ensuite la fibre du yucca à celle du lin, ramie, chanvre et jute.

Les résultats sont les suivants :

TABLEAU XIII : Comparaison entre les caractéristiques physiques de la fibre de yucca et celles d'autres fibres :

	diamètre en micron	élongation en %	% de cellulose	% de cendres	% de cires
Fibre de yucca	40,1	0,3	77,9	0,73	0,56
jute	20,25 à 23	2,8	63,01	0,68	0,38
ramie	13,5 à 31,5	2,7	77,7	0,82	3,48
chanvre	25,5 à 37,5	1,6	83,21	2,66	0,22
lin	15,37 à 26	1 à 6	77,3	1,01	2,38

On remarque que la fibre du yucca à un diamètre important et une capacité d'élongation faible [56].

Par la suite, en 1979, une équipe mexicaine dirigée par BELMARES [5] compare les propriétés mécaniques de la fibre du Yucca carnerosana avec celle des fibres synthétiques, type fibre de verre ou nylon.

Les résultats sont donnés dans le tableau suivant :

	résistance à la rupture	élongation en %
Fibre du Yucca c...	4 g/den	2,9
Fibre de verre	2,5 g/den	5
Nylon textile	5 g/den	30

g/den : gramme/denier, 1 denier correspond à une fibre qui pèse un gramme pour 9000 m de longueur ; normalement les fibres du Yucca carnerosana ont un denier autour de 300, c'est-à-dire qu'elles pèsent 300 g pour une longueur de 9 000 mètres [5].

Les propriétés mécaniques de la fibre du Yucca carnerosana sont comparables à celle de la fibre de verre, en effet, ces fibres végétales ont un module d'élasticité relativement haut et une élongation à la rupture relativement basse [5].

II.I.3. L'utilisation des fibres

II.I.3.1. En corderie, en vannerie

Le Yucca glauca possède des feuilles flexibles, les fibres peuvent être extraites rapidement et facilement avec un rendement de 90 %.

Ces plantes poussant facilement dans de nombreux pays, les fibres grâce à leur haut degré de flexibilité, leur grande résistance, leur raideur, peuvent être utilisées pour la fabrication industrielle de cordages, brosses, balais, câbles [34, 51].

De même, on utilise le Yucca elata pour fabriquer des cordes et des sacs, on mélange les fibres du Yucca filifera à d'autres fibres pour confectionner des sacs à mains, des cordes, des câbles [37].

II.1.3.2. Pour le tissage artisanal

Les fibres des feuilles de diverses espèces sont employées dans la confection de ceintures. Les habitants de la région de Vera Cruz utilisent les feuilles du Yucca elata pour confectionner des sandales, des nattes, des tapis brosses ; avec les fibres du Yucca carnerosana ils fabriquent des semelles pour les espadrilles [56].

II.1.3.3. Pour le rembourrage des meubles

Les fibres du Yucca carnerosana sont utilisées pour rembourrer et capitonner les meubles [56].

II.1.3.4. Pour la fabrication de matériaux composites [56]

Les fibres du Yucca carnerosana ont des propriétés mécaniques remarquables, voisines de celle de la fibre du verre et de ce fait peuvent être utilisées pour la fabrication de matériaux de construction composites.

Des industriels ont même fabriqué des panneaux acoustiques et isolants avec la feuille.

Le prix en 1979 d'un kilogramme de fibres était de 0,23 US dollar, alors que le prix d'un kilogramme de fibre de verre avoisinait 1 dollar [56].

Donc, pour une même résistance à la rupture, la fibre du yucca est cinq fois moins chère que la fibre de verre. De plus, la densité de la fibre naturelle est de $1,5 \text{ g/cm}^3$, alors que celle du verre est de $2,5 \text{ g/cm}^3$, ce qui signifie qu'à égalité de poids de fibre dans le matériau composite, la fibre naturelle a plus de volume ($2,5./1,5$) et par la même requiert moins de matériaux agglutinants (polyester, epoxy) [5, 56].

Mais la fibre naturelle se détériore beaucoup plus rapidement que la fibre synthétique.

En 1983, BELMARES [5] et son équipe étudient la biodétérioration des fibres de yucca, notamment son mécanisme, sa cinétique et les moyens de l'éviter. Ils examinent la structure des fibres au rayon X, puis inhumant les fibres de yucca dans le sol. Ce test est très sévère, car il expose les fibres à des micro-organismes très destructeurs ; en effet, la force de tension n'est pas affectée après 45 jours d'immersion dans l'eau tandis qu'elle l'est considérablement après 45 jours dans le sol. La cellobiose présente dans les fibres diminue sensiblement la biodétérioration à l'air libre, par contre la présence dans le sol des enzymes (cellulase et cellobiase) provenant des champignons microscopiques : *Trichoderma viride* et *Aspergillus niger* inhibent la protection exercée par cette substance.

BELMARES préconise l'emploi d'un agent bactéricide : le chlorure de zinc ; ainsi traitées les fibres naturelles peuvent résister dans le sol jusqu'à 300 jours. Même ainsi protégée, la fibre naturelle résiste beaucoup moins que la fibre synthétique de polyester. Cette biodétérioration rapide de la fibre naturelle est due à ses propriétés mécaniques et physiques. En effet, les fibres naturelles ont une plus grande capacité à absorber l'eau, une fois trempées dans l'eau leur volume augmente beaucoup plus qu'une matrice de polyester placée dans les mêmes conditions.

Donc, la matrice des fibres naturelles est plus poreuse et plus fragile que celle du polyester, résiste moins au cisaillement ceci rendant la pénétration des microorganismes plus facile [9].

La meilleure protection contre la biodégradation des fibres naturelles semble être le vernissage avec une fine couche de polyuréthane, ce qui empêche efficacement la pénétration de l'eau.

Une fois cette fibre protégée efficacement, comment augmenter ses caractéristiques techniques ?

BELMARES crée une série de fibres composites en mélangeant les fibres naturelles avec des fibres de polyester, des fibres de verre, des fibres d'acrylique, du fluorocarbène, et étudie leur résistance aux agents naturels, la résistance au cisaillement, etc...

Les fibres composites résistent plus à la chaleur et à l'eau que les fibres naturelles, leur biodétérioration dans le sol est très lente.

A la suite de ce travail, nous pouvons donc conclure que les fibres naturelles utilisées seules ne peuvent servir de matériau de construction, en revanche mélangées à des fibres synthétiques, type polyester elles forment des fibres composites valables pour la construction.

II.2. Le Yucca comme source de cellulose [21, 39]

Plusieurs espèces de yuccas contiennent dans leurs troncs et feuilles des fibres de cellulose longues et résistantes, compatibles avec la fabrication d'une bonne pâte à papier.

La plus grande partie de la cellulose produite dans le monde est obtenue à partir du bois de diverses espèces d'arbres, en majorité des conifères. Parmi les matériaux non ligneux employés, il y a l'alfa, les pailles de blé, d'avoine, de seigle, de jute, etc...

Les caractéristiques des fibres cellulosiques des plantes non ligneuses sont naturellement différentes de celle du bois, comme elles sont généralement plus longues elles permettent la fabrication d'un papier plus fin ou de planches isolantes.

II.2.1. L'obtention de la pulpe cellulosique à partir des troncs [21, 39]

II.2.1.1. La préparation de la matière première

Les espèces Yucca elephantipes, Yucca aloifolia, Yucca treculeana, Yucca carnerosana fournissent des fibres cellulosiques d'une assez bonne qualité.

Après avoir enlevé l'écorce, les troncs sont découpés en tranches.

Les tranches sont ensuite broyées dans un moulin type Bauer. Les fibres grossières sont enlevées. Grâce à des filtres à maille n° 10, on sépare le matériel fibreux du parenchyme.

II.2.1.2. L'imprégnation de la matière première

Avant la digestion des fibres, une imprégnation par la liqueur de digestion est nécessaire.

Selon ORTIZ, deux imprégnations sont possibles :

- une imprégnation par le vide,
- une imprégnation sous pression

Si l'on soumet la matière première au vide, on chasse l'air contenu dans les pores des cellules fibreuses, ceci facilite l'entrée de la liqueur de digestion ; néanmoins on peut aussi introduire la liqueur en augmentant la pression.

ORTIZ opte pour le procédé d'imprégnation sous une pression réduite.

II.2.1.3. La digestion des fibres

La digestion des fibres dépend de trois variables très importantes :

- la température,
- la concentration de la liqueur,
- le temps de digestion.

La liqueur employée est la soude, le traitement s'effectue à froid (à température ambiante) ; en employant une technique de digestion peu énergique, on provoque un assouplissement du tissu ligneux, la perte en lignine est relativement faible.

Ce traitement modifie peu la composition chimique de la matière première originale.

Puis, ORTIZ essaye de déterminer grâce à une série de mesures les conditions optimales de digestion, qui sont :

- concentration en soude de 5 %,
- temps de digestion : 6 heures,
- digestion à la température ambiante.

II.2.1.4. Le défibrage

Après la digestion, un défibrage mécanique est nécessaire, il peut être conduit en une ou plusieurs étapes.

La pulpe restante est ensuite lavée, jusqu'à ce que l'eau de lavage soit à pH 7, puis elle est raffinée.

II.2.1.5. Le blanchiment

Afin d'augmenter la blancheur de la pulpe obtenue, ORTIZ utilise un agent oxydant : l'hypochlorite de calcium.

Cet agent offre deux avantages :

- son coût peu élevé,
- sa facilité d'emploi.

Si l'on désire obtenir une blancheur intense, trois étapes sont nécessaires : une chloration, puis une extraction alcaline puis le blanchiment proprement dit.

Quant on désire obtenir une pulpe semi-blanchie, l'hypochlorite de calcium peut être appliqué directement sur la pulpe. La rapidité du blanchiment dépend de plusieurs paramètres :

- température,
- pH,
- consistance de la pulpe,
- pourcentage d'hypochlorite.

De plus, les pulpes contenant une quantité importante de lignine réagissent plus rapidement avec l'hypochlorite de calcium.

A la fin du blanchiment, on acidifie la pulpe avec SO_2 pour éviter la régression de la couleur.

II.2.1.6. Conclusion

Avec le procédé à froid, l'obtention d'une pulpe semi-blanchie est économique.

Cette pulpe peut être employée dans l'industrie du papier d'impression, l'industrie du papier journal.

On fabrique aussi du papier avec la pulpe du tronc du Yucca elata : 150 kilogrammes de tronc sec comprimé donnent 50 kilogrammes de pâte à papier, le rendement est donc très bon.

Quant aux Yucca filifera et Yucca decipiens, l'abondance et la corpulence de leur tronc laissent supposer une possible fabrication

de pâte à papier. Le problème réside dans le fait qu'on ne connaît pas le temps que mettent ces plantes pour atteindre une taille suffisante pour l'exploitation.

C'est très important parce qu'il est impossible dans ces conditions d'assurer l'approvisionnement à long terme pour une fabrique.

Seules les régions mexicaines de St Louis Portosi et Matchuela, ou poussent sur 860 000 hectares le Yucca filifera (ce qui apporterait environ 23 000 000 de mètres cubes de matière première) pourraient approvisionner à long terme une usine de pâte à papier.

L'usine, afin de rentabiliser au maximum sa production devra utiliser les sous-produits tels l'écorce, le parenchyme du bois, les eaux de déchets ; tout ceci convenablement traité permettrait d'obtenir de l'eau-de-vie, des engrais, des aliments pour le bétail, des combustibles et de l'eau d'arrosage pour les pâturages [21, 39].

II.2.2. L'obtention de la cellulose à partir des feuilles [21]

On utilise préférentiellement les espèces Yucca aloifolia, variété yucatanana, Yucca elephantipes, Yucca treculeana.

Dans les feuilles fraîches de ces espèces, on peut trouver jusqu'à 10 % de cellulose, les stypes peuvent contenir jusqu'à 20 % de cellulose.

II.2.2.1. Récolte et préparation de la matière première [21]

ERDOS coupe les feuilles au niveau de leur insertion sur la tige et les met à sécher au soleil.

Une fois sèches, les feuilles sont débitées en morceaux de 2 à 3 centimètres de longueur et dépoussiérées.

Ces feuilles sont alors prêtes pour la deuxième étape.

II.2.2.2. La cuisson [21]

Cette étape est aussi appelée : lessivage ou digestion et contrairement au bois, la matière première est soumise à l'action des réactifs sous pression.

La lessive est constituée par un mélange sulfate de Na⁺ plus soude.

Ainsi que pour le bois, on peut faire varier la température de digestion, le temps de digestion, la concentration initiale de la lessive.

La cuisson doit être faite à la température maximale pendant un temps de digestion minimum et avec la plus petite quantité réactif possible.

Ces différentes conditions affectent la qualité et le rendement du produit obtenu.

Une fois fixés : la température de digestion (171°C), la pression (8 atmosphères), le volume du liquide utilisé (1 800 ml par kg de matière première), seul le temps de digestion et la concentration de réactif varient.

Le temps de digestion optimal varie entre 3 et 4 heures, la liqueur de digestion doit être composée de 12 % de sulfate de sodium et d'1 % de soude.

II.2.2.3. Le lavage

Après digestion, les morceaux de feuille conservent leur forme, mais il est nécessaire de les battre fortement pour désolidariser les faisceaux de fibres.

Les fibres contiennent encore des substances qui lui donnent une couleur jaune verdâtre qui dans le meilleur des cas disparaît à la suite de l'action combinée du lavage et du blanchiment.

Le lavage est réalisé en deux étapes :

On lave d'abord les fibres avec un jet d'eau sous pression sur un tamis, ce qui élimine les fines particules coincées entre les fibres, puis le lavage se fait par écoulement avec de l'eau courante.

L'ensemble des fibres reste dans le fond des récipients, les morceaux de cuticule sont entraînés hors du récipient.

Plus on augmente le nombre de lavage, plus le rendement en fibres diminue.

II.2.2.4. Le défibrage

Une fois le lavage effectué, les fibres propres ont encore une légère couleur verdâtre.

Le défibrage consiste à rompre totalement les faisceaux de fibres, on obtient ainsi une suspension de fibres libres ayant l'apparence du coton.

Avec le défibrage, on obtient une plus grande superficie d'attaque pour le blanchiment.

II.2.2.5. Le blanchiment

Aucune des méthodes classiques pour isoler la cellulose ne produit un matériau parfaitement pur et blanc, car durant le procédé échappe à la destruction de petites quantités de matériau non cellulosique qui constitue les impuretés.

C'est pourquoi un traitement pour blanchir et rendre brillant le produit est nécessaire.

Le niveau de pureté est lié avec la durée du traitement. Le liquide de blanchiment préconisé par ERDOS est le même que celui d'ORTIZ : c'est l'hypochlorite de calcium à 20 %, ce qui nous donne une concentration en chlore libre d'environ 7 %.

Le pH doit être supérieur à 10, sinon on ajoute de la soude.

II.2.2.6. L'utilisation de ces fibres de cellulose

Ces fibres larges et résistantes sont excellentes pour la fabrication de papier kraft.

Ce type de papier a été fabriqué au cours de la Seconde Guerre Mondiale aux Etats-Unis, ce projet fut abandonné, faute de matière première [30].

On en revient toujours au même problème, peu de régions aux Etats-Unis et au Mexique possèdent de vastes plantations de yuccas, ce qui rend le transport et l'approvisionnement des futures usines problématiques [21, 39].

II.3. Le Yucca comme source de saponines

II.3.1. Les saponines comme matière première pour la synthèse de corticostéroïdes

Des yuccas, on isole une vingtaine de saponines différentes, économiquement parlant les plus importantes sont : la sarsapogénine, la tigogénine et l'hécogénine qui peuvent servir de matière première pour l'hémisynthèse des corticoïdes et des stéroïdes anti-inflammatoires [2].

Les réactions mises en jeu sont nombreuses, elles s'étalent sur plusieurs mois, on impose un rendement maximum pour chacune d'elles.

Les quantités de réactifs initiaux sont de l'ordre de la tonne, on utilise des appareils spéciaux souvent brevetés.

Dans les réactions ultimes, la quantité de produit mise en jeu est de l'ordre d'une centaine de kilogrammes, on utilise alors des appareils plus banaux du genre Grignard [2].

A tous les stades, le rendement doit être d'au moins quatre vingt cinq pour cent.

II.3.1.1. L'extraction et l'utilisation de la sarsapogénine

II.3.1.1.1. L'extraction de la sarsapogénine

Les espèces les plus riches en sarsapogénine sont données dans le tableau suivant [57] :

TABLEAU XV : Taux de sarsapogénine contenu dans les graines

Espèces	Graines
<u>Y. arizonica</u>	12 % sarsapogénine
<u>Y. baccata</u>	6,8 % sarsapogénine
<u>Y. elata</u>	0,9 % sarsapogénine
<u>Y. filifera</u>	8 % sarsapogénine
<u>Y. mohavensis</u>	6,6 % sarsapogénine
<u>Y. shottii</u>	4,9 % sarsapogénine

D'autres espèces comme le Yucca valida, Yucca elephantipes, Yucca aloifolia, Yucca periculosa, Yucca carnerosana renferment des quantités notables de sarsapogénine, leurs taux exacts sont encore inconnus [56].

L'espèce la plus intéressante semble être le Yucca arizonica, mais étant peu répandue au Mexique et aux Etats-Unis, son exploitation industrielle est impossible [56].

Finalement, l'espèce la plus prometteuse est le Yucca filifera, pour plusieurs raisons :

- le Yucca filifera croît sur des millions d'hectares au Mexique,
- cette espèce fournit des fruits abondants,
- la sarsapogénine obtenue à partir de la graine est relativement pure, le rendement est élevé ; on choisit la graine car aucune autre partie de la plante ne possède plus de 1 % de stéroïdes [44].

Quant à l'extraction proprement dite, ROMO DE VIVAR [56] utilise la méthode classique (cf partie chimique).

Les saponosides sont isolés des graines du Yucca filifera sous forme cristalline avec une teneur supérieure à 15 %, taux extraordinairement élevé pour un produit naturel.

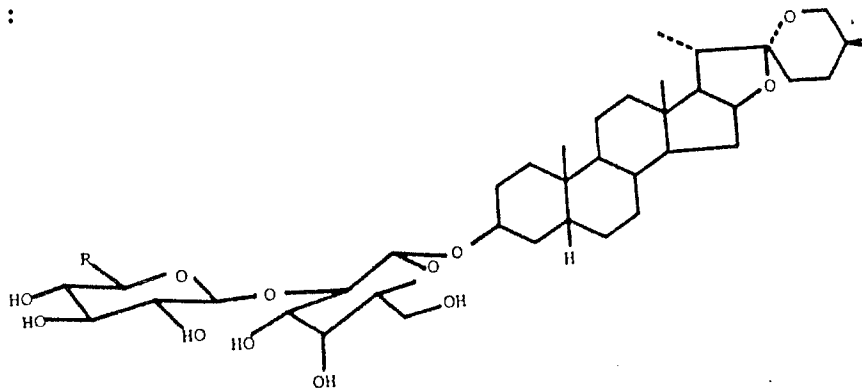
L'hydrolyse acide des saponosides produit

```
graph LR; A[L'hydrolyse acide des saponosides produit] --> B[sarsapogénine]; A --> C[un mélange de sucres, parmi lesquels on trouve un pentose et 2 hexoses];
```

Les sucres sont identifiés comme étant le xylose, le glucose, le galactose ; grâce à la formation des ozones.

Les saponosides sont dénommés : filiferine A et filiférine B, elles ont comme aglycone : la sarsapogénine [56].

Les formules de la filiferine A et de la filiferine B sont les suivantes :



R = CH₂OH, filiferine B

R = H, filiferine A.

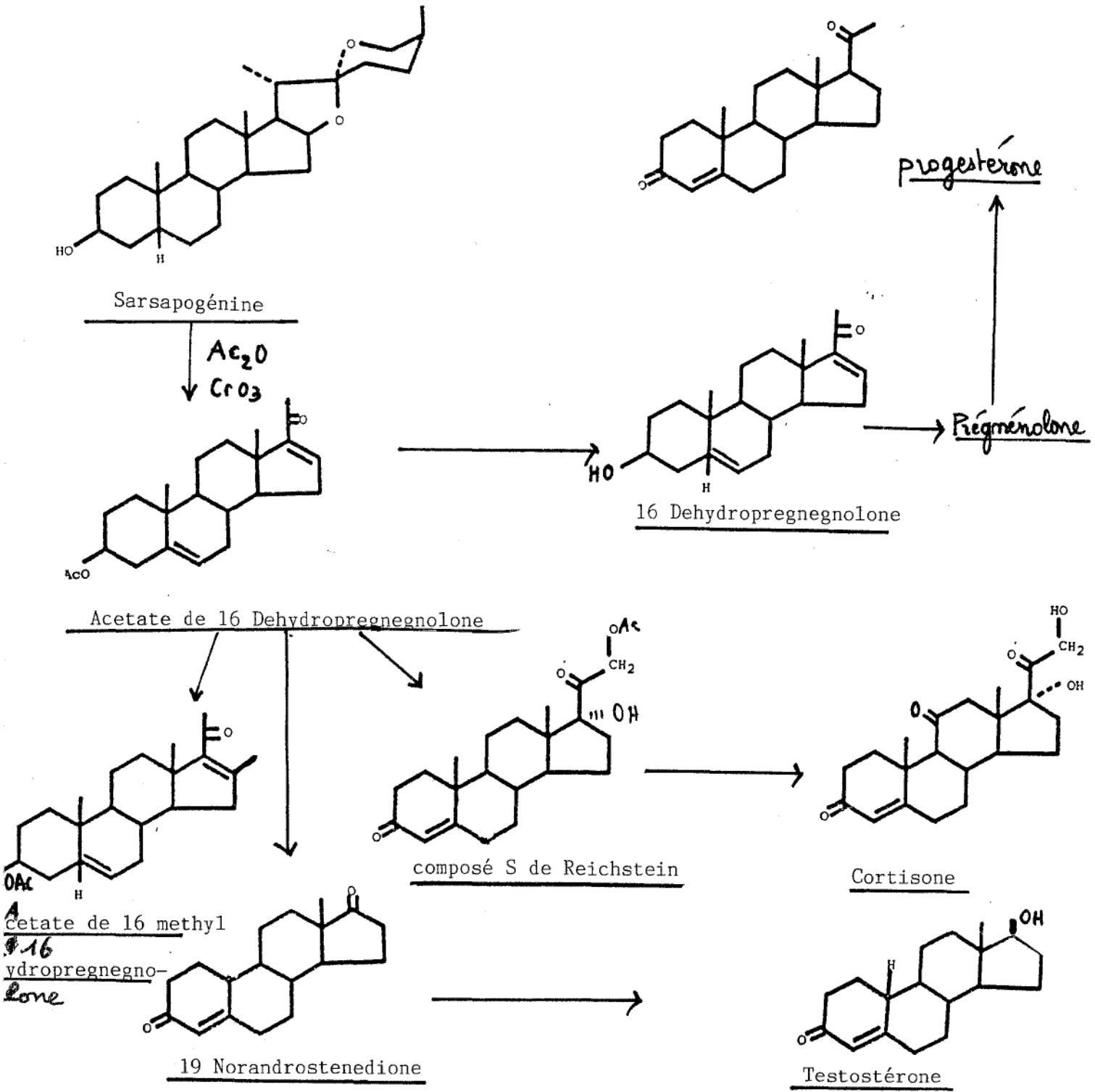
II.3.1.2. L'utilisation de la sarsapogénine [2]

La sarsapogénine permet d'obtenir des corticoïdes anti-inflammatoires, des progestatifs, des stéroïdes sexuels.

Les méthodes mises en jeu sont dérivées de celles permettant l'hémisynthèse des corticostéroïdes à partir de la diosgénine.



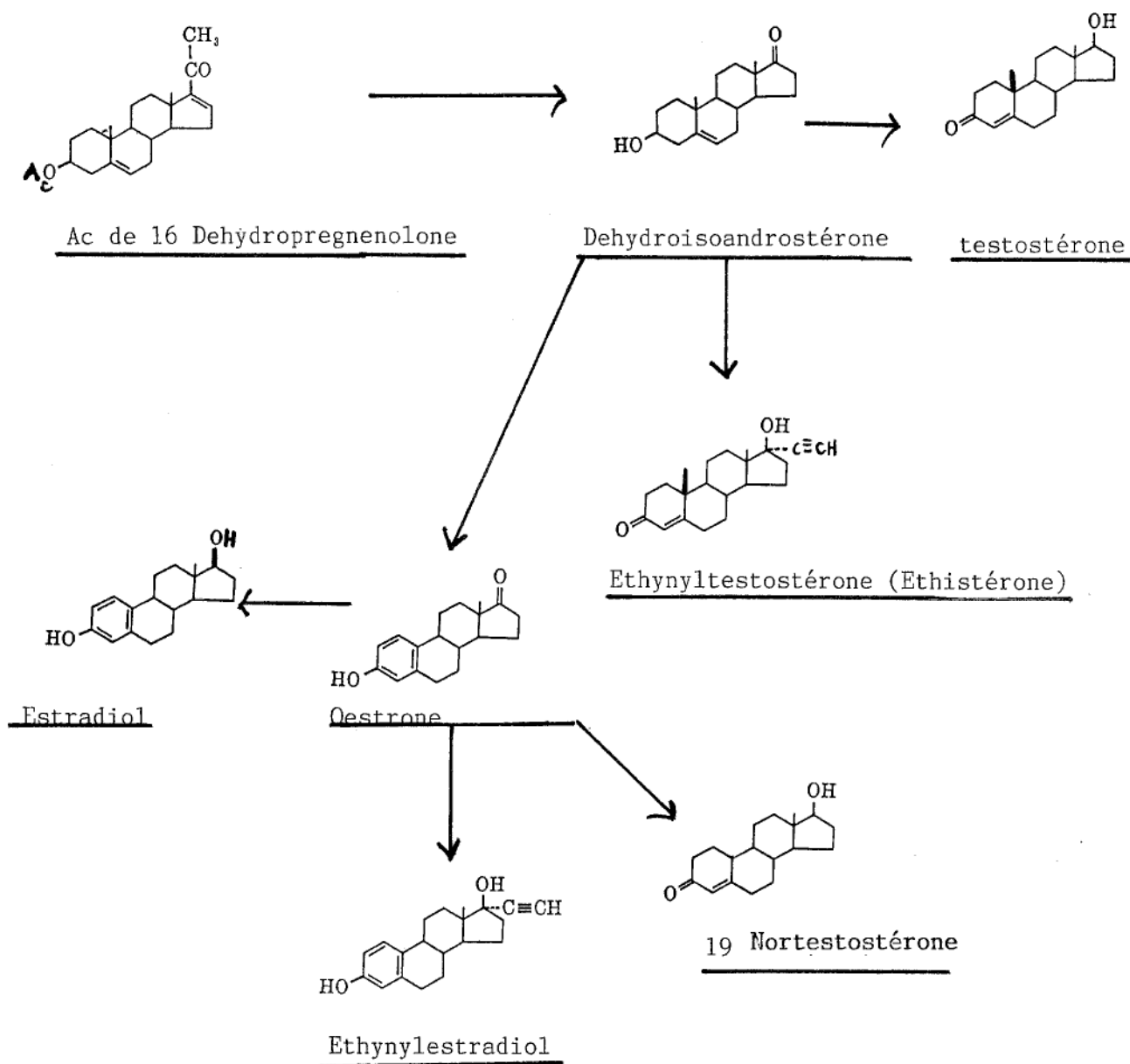
Les formules des composés obtenus sont les suivantes :



La sarsapogénine permet d'obtenir de la cortisone, de la progestérone, et de la testostérone.

Elle permet aussi d'obtenir des oestrogènes grâce au passage par la déhydroisoandrosterone ; et des Nor 19 stéroïdes.

Le schéma suivant résume le procédé [2] :



II.3.2. L'extraction et l'utilisation de la tigogénine

II.3.2.1. L'extraction de la tigogénine

Les espèces les plus riches en tigogénine sont citées dans le tableau suivant [56] :

TABLEAU XVI : Taux de tigogénine contenu dans la graine et la feuille des espèces les plus riches

Espèces	% dans la graine	Présence dans la feuille
<u>Yucca brevifolia</u>	8 % de tigo	0,1 % de tigo
<u>Yucca gloriosa</u>	?	0,8 à 1 %
<u>Yucca peninsularis</u>	1,7 % de tigo	?
<u>Yucca whipplei</u>	1,9 % de tigo	?

Bien que la graine contienne un taux plus élevé de tigogénine, les recherches sur l'extraction de la tigogénine se limitent à la feuille du Yucca gloriosa, espèce très riche en tigogénine.

Ces travaux sont russes et sont dirigés par l'institut pharmacologique de Géorgie. Ils débutèrent en 1985 [25].

En 1972, une publication de KEMERTELIDZE [35] précise la méthode d'extraction de la tigogénine à partir des feuilles du Yucca gloriosa. Celles-ci contiennent une grande quantité de substances amorphes (40 %) qui gênent l'extraction des sapogénines.

Après dégraissage du matériel sec dans un appareil de soxhlet, on hydrolyse la feuille dégraissée avec une solution d'acide sulfurique quatre fois normale, à la température de 95°. Le résidu est ensuite lavé et neutralisé avec du bicarbonate de sodium à 5 %. L'éther de pétrole est le meilleur solvant pour extraire sélectivement la tigogénine.

Le taux de tigogénine obtenu à partir de la matière première est de 0,8 % à 1 % [35].

Puis dans un deuxième temps KEMERTELIDZE montre qu'il existe une relation entre l'âge de la plante, le taux de tigogénine et la saison de la récolte.

Le taux de tigogénine est plus élevé pour des plants âgés de 3 ans, la période idéale de récolte se situe entre juillet et septembre [35].

Néanmoins bien que la méthode d'extraction soit au point, et bien que les protocoles de culture soient précisés, le Yucca gloriosa est encore peu cultivé. Pourtant cette espèce résiste bien à la chaleur, et pousse sur des sols pauvres. A l'état naturel, il se multiplie par division de la racine, cette division est trop lente pour espérer rentabiliser une exploitation.

Des chercheurs russes essayèrent d'imaginer un moyen rentable et efficace pour augmenter cette division.

La méthode de DZHORBENADZE [35] semble être la meilleure, en effet à partir d'un seul plant dont il recueille les bourgeons de greffe de feuille, il peut obtenir 50 plants ou quelquefois plus.

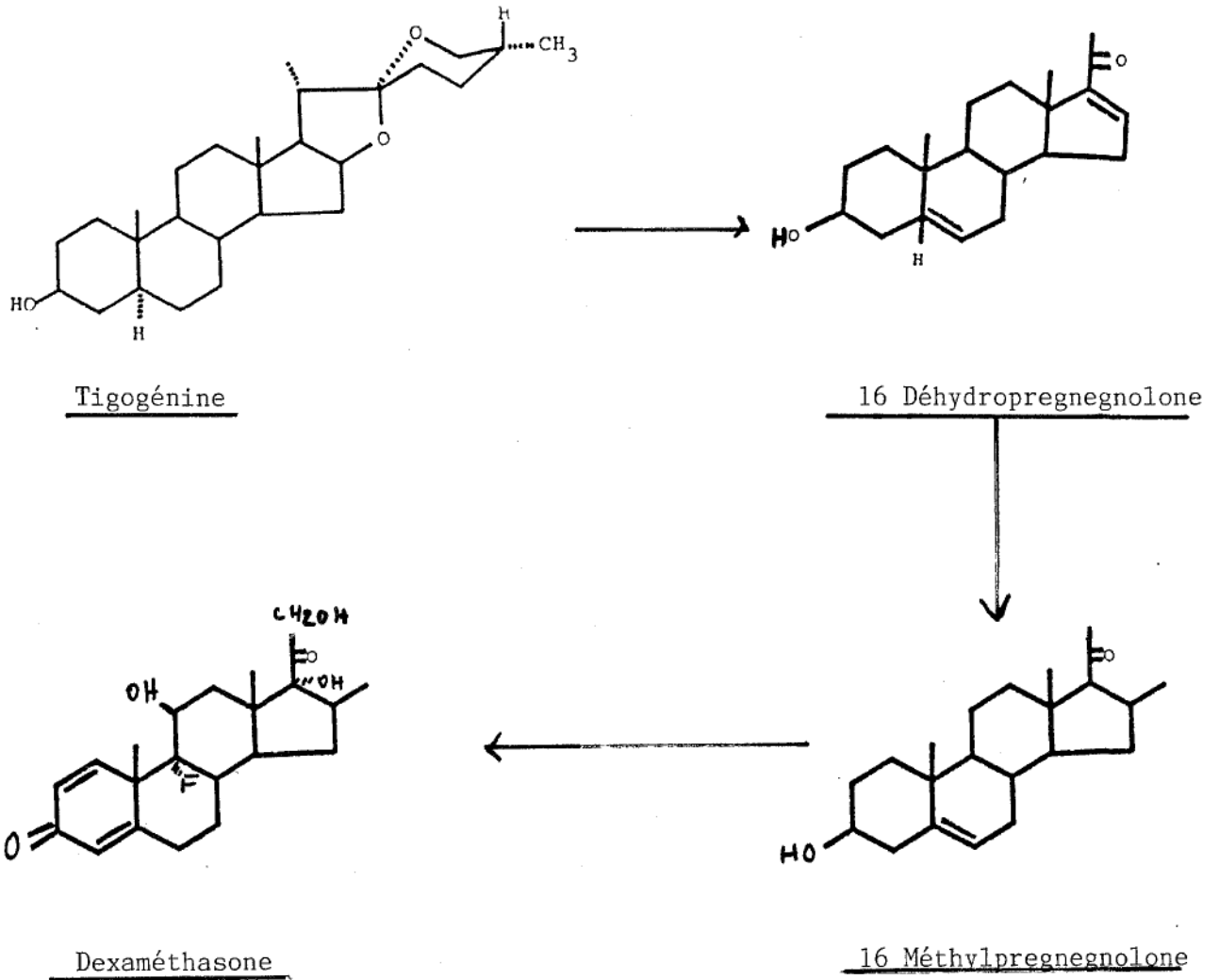
Espérons que cette méthode garantira une culture industrielle rentable du Yucca gloriosa. Les chiffres théoriques sont prometteurs puisqu'une plantation d'un hectare peut fournir 10 tonnes de matière première séchée, donnant au moins 100 kilogrammes de tigogénine [35].

II.3.2.2 L'utilisation de la tigogénine

II.3.2.2.1 La formation de dexaméthasone à partir de la tigogénine [2]

La dexaméthasone, corticoïde utilisable per os est le principe actif du décadron^R, anti-inflammatoire puissant. Le procédé classique consiste à passer par l'acétate de 16 déhydropregnenolone [2].

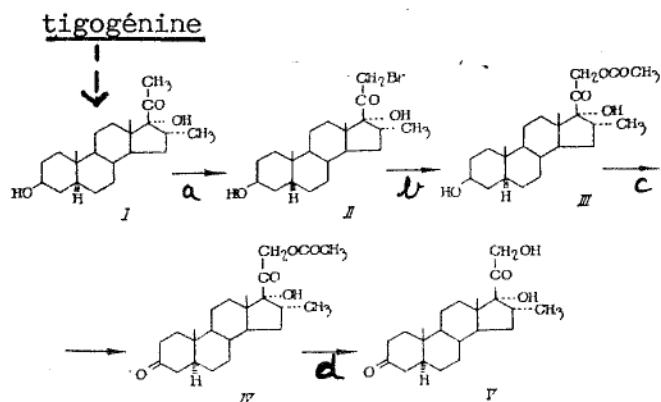
Le schéma simplifié de la synthèse est le suivant :



Ce procédé date de 1958, il est très long, le passage de la 16 déhydropregnenolone à la dexaméthasone nécessite une vingtaine d'étapes.

En 1981, les chercheurs russes GRINENKO et SOROKINA nous donnent une méthode plus simple et moins longue : [25]

Le schéma de la synthèse est le suivant :



a: Br_2 excès/ CH_3Cl

b: triéthylamine + CH_3COOH

c: CrO_3 /acétone

d: CH_3OH + 2 OH

---> (VI) introduction de la fonction hydroxyle en 11 grâce à une oxydation microbologique

(VI) -----> dexaméthasone

e: dibromation en 2,4 suivie d'une déhydrobromation avec du carbonate et bromate de lithium dans le diméthylformamide pour introduire les 2 doubles liaisons.

f: introduction d'une double liaison 9-11 grâce au chlorure de toluene sulfonyl/pyridine + HF/tétrahydrofurane.

g: addition d'acide hypobromeux.

h: époxydation avec de l'acétate de sodium (9 B, 11 B).

i: fluoration.

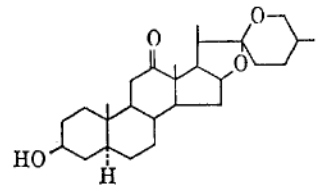
II.3.2.2.2 Obtention d'autres composés [2]

Le passage par la 16 déhydropregnenolone autorise la synthèse comme pour la sarsapogénine d'oestrogènes, corticoïdes, Nor 19 stéroïdes, ...

II.3.3 L'extraction et l'utilisation de l'hécogénine

II.3.3.1 L'extraction de l'hécogénine [56]

Les espèces de yucca renfermant de l'hécogénine sont : le Yucca aloifolia, le Yucca brevifolia, le Yucca filamentosa, le Yucca flaccida, le Yucca gloriosa, le Yucca intermedia, le Yucca elephantipes, le Yucca peninsularis, le Yucca recurvifolia, enfin le Yucca shidigera.

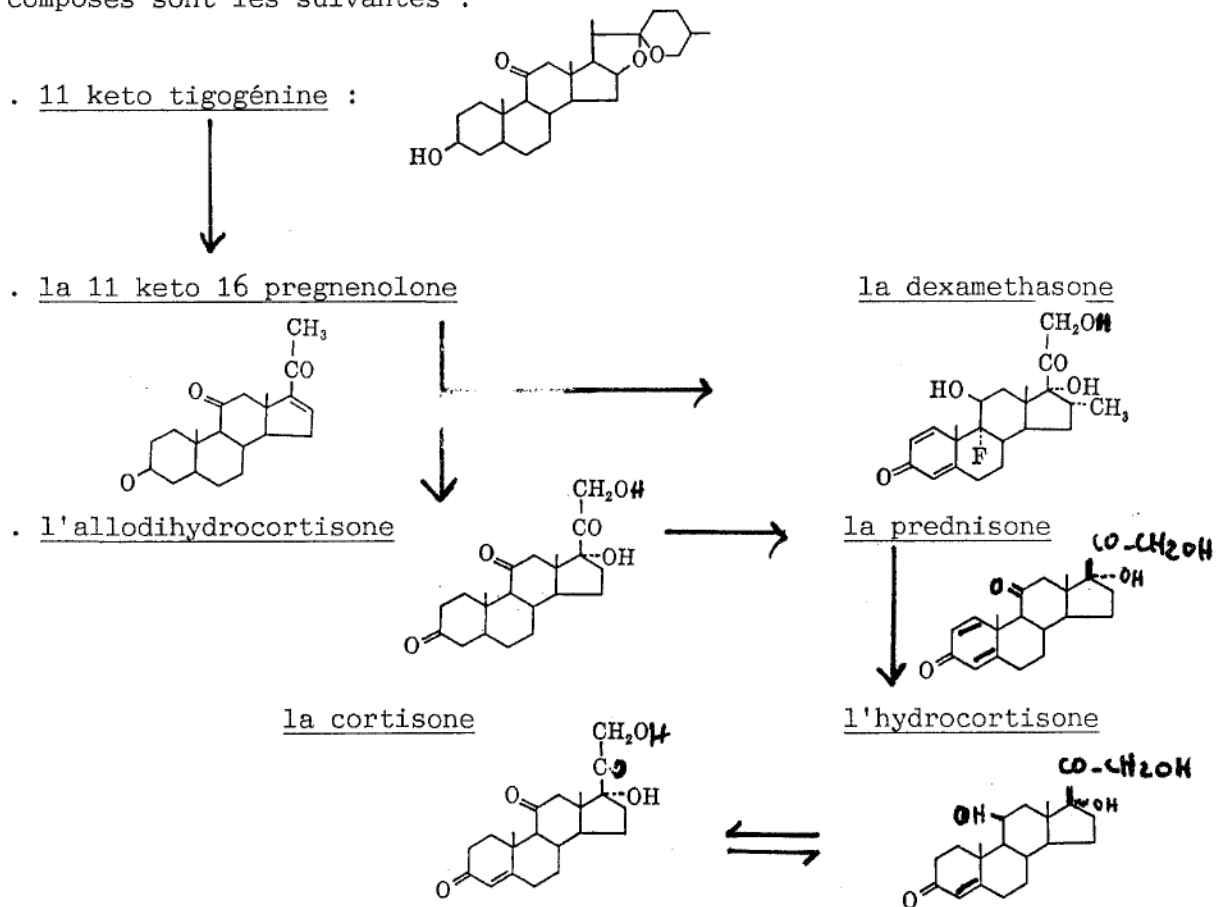


II.3.3.2 L'utilisation de l'hécogénine

L'hécogénine sert de matière première pour l'hémisynthèse de la prednisone, de la cortisone, de la dexaméthasone [2].

Contrairement aux deux paragraphes précédents, on ne passe pas par le composé intermédiaire clé : le 16 déhydropregnénone. La méthode générale n'est pas applicable du fait de la fonction oxo en C12.

L'hécogénine est d'abord transformée en 11 kétotigogénine, puis en 11 keto 16 pregnénolone, cette 11 keto 16 pregnénolone donnant soit de la dexaméthasone, soit de l'allodihydrocortisone transformée ensuite en hydrocortisone et en prednisone. Les formules de ces composés sont les suivantes :



II.3.2 Autres utilisations des saponines

II.3.2.1 En cosmétologie [56]

La présence de saponines permet la fabrication de savons. On utilise de préférence les feuilles et les racines.

Le LOC savon liquide élaboré par la firme américaine AMWAY et commercialisé dans 18 pays contient des saponines extraites des yuccas.

De même les saponines sont retrouvées dans les détergents, dentifrices, shampoings, ce sont de bons agents moussants naturels.

II.3.2.2 En parfumerie [56]

L'huile essentielle extraite des fleurs rentre dans la composition de parfums. On recueille chaque année entre une et deux tonnes de boutons floraux.

II.3.2.3 Comme agent moussant dans les boissons

L'extrait des racines du Yucca elata est utilisé comme agent moussant dans les boissons [56].

II.4 Autres utilisations des Yuccas

II.4.1 Dans le domaine de la construction [56]

On utilise les troncs pour la construction de cabanes, de clôtures, d'enclos.

L'espèce la plus utilisée est le Yucca filifera qui possède un tronc massif, de 10 à 12 mètres de hauteur.

Les feuilles des Yucca filifera et Yucca decipiens servent pour couvrir les toits.

Les Indiens Kichapués utilisent l'écorce des troncs pour couvrir leurs cabanes et huttes. Les troncs de la construction sont attachés avec les feuilles du Yucca baccata.

II.4.2 Comme combustible [56]

Diverses espèces servent de combustible dans l'industrie minière, ainsi que dans les usines de distillation d'eau-de-vie.

Les pédoncules floraux sont employés pour fabriquer des petits bâtons pour allumer le feu.

Ils sont très utilisés par les boys-scouts.

II.4.3 Comme additif pour plastiques

L'huile extraite de la graine du Yucca filifera, une fois époxydée peut servir de plastifiant, de lubrifiant.

Elle sert également à stabiliser le PVC, thermoplastique de grand intérêt commercial.

Le comportement de cette huile est similaire à celui de l'epoxol^R, qui est un plastifiant synthétique [56].

II.4.4 Comme fertilisant [56]

L'extrait de yucca est un liquide organique acide riche en oligoéléments : bore, manganèse, magnésium, cuivre et zinc.

La Liquinox Compagny, basée en Californie fabrique un fertilisant à base de "jus de yucca".

II.4.5 Dans la synthèse de la vanilline^R [56]

Les analyses réalisées sur le tronc du Yucca brevifolia ont démontré qu'il contenait 9 % de lignine. La lignine est un polymère, son hydrolyse oxydative donne du gaïacol et d'autres dérivés phénoliques qui seront à la base de la synthèse de la vanilline^R, l'arôme de la vanille. La vanilline^R obtenue est utilisée comme condiment, en parfumerie, dans la fabrication de boissons ou liqueurs et comme réactif.

UTILISATIONS

THERAPEUTIQUES

I. PROPRIETES GASTROINTESTINALES TRADITIONNELLES

I.1 Au Mexique

Les propriétés gastrointestinales des yuccas sont connues depuis des centaines d'années, notamment par les tribus primitives du Mexique.

Les espèces les plus intéressantes et leurs propriétés sont résumées dans le tableau suivant :

TABLEAU XVII : Espèces de yuccas utilisés pour leurs propriétés gastrointestinales ; parties utilisées et propriétés

Espèces	Parties utilisées	Propriétés
<u>Yucca elephantipes</u>	. fleurs en décoction . fruits	stomatiques, toniques diurétiques, réduisent l'excès d'albumine dans les urines. émétiques, purgatifs.
<u>Yucca filamentosa</u>	. feuilles et rhizomes	luttent contre les troubles d'origine biliaire.
<u>Yucca gloriosa</u>	. fruits	purgatifs et anti-ulcéreux.
<u>Yucca schidigen</u>	. jus concentré extrait par la vapeur	régulateur gastro- intestinal. lutte contre les gastrites.

I.2 Aux Etats-Unis

Les tribus indiennes du Sud-Ouest des Etats-Unis (Arizona, Texas, Nouveau Mexique) emploient depuis des centaines d'années le jus concentré extrait à la vapeur des espèces : Yucca shidigen, Yucca gloriosa, contre les troubles gastro-intestinaux, le diabète [8].

II. PROPRIETES ANTIPARASITAIRES [30]

Le Yucca gloriosa possède des propriétés anti-parasitaires. En effet, l'extrait ethanolique à 50° des feuilles, montre une activité antifongique contre Tricophyton mentagrophytes, dermatophyte responsable d'alopecie et de teigne suppurée, et contre Microsporium canis agent des teignes tondantes microscopiques sèches [3].

Les peuplades Santals utilisent la plante pour ses propriétés antirhumatismales, antioedémateuses (en applications externes), contre la dysenterie, les bronchites, l'asthme, la lèpre, les septicémies et les hémorragies [30].

III. PROPRIETES ANTIARTHRITIQUES

III.1 Aux Etats-Unis

L'extrait de saponines du Yucca se présente sous forme de comprimés, c'est un supplément nutritionnel agissant à long terme ; d'après l'étude clinique réalisée par BINGHAM son efficacité est indéniable mais en aucun cas il ne peut se substituer aux traitements antiarthritiques classiques [6,7].

III.2 En France

Le laboratoire Arkopharma a commercialisé en 1985 des gélules à base de racine de yucca. Il ne nous a pas été possible d'obtenir du laboratoire des renseignements supplémentaires (espèces, origine géographique).

La posologie habituelle est de 6 à 8 gélules par jour à répartir en 2 à 3 prises.

IV. PROPRIETE METABOLIQUES, HYPOCHOLESTEROLEMIANTE ET LUTTE CONTRE L'HYPERTRIGLYCERIDEMIE

IV.1. Aux Etats-Unis [8]

L'extrait de saponines du yucca cité dans l'étude clinique de BINGHAM possède aussi des propriétés hypocholestérolémiantes. Il diminue aussi les triglycérides sanguins.

Son efficacité maximale est atteinte lorsque son utilisation est combinée à la diète et à l'exercice.

IV.2. En France

Les gélules de poudre de racine, commercialisées par Arkopharma sont présentées comme possédant des propriétés hypocholestérolémiantes.

V. AUTRES PROPRIETES

V.1. Aux Etats-Unis

Aux Etats-Unis, l'extrait de saponine du yucca sert de traitement adjuvant de l'hypertension [8].

V.2. En France

Les gélules Arkopharma, présentent selon le fabricant des propriétés toniques, antiasthéniques, antiallergiques.

CONCLUSION

Au terme de cette mise au point sur le genre *Yucca*, comprenant plus de 45 espèces, nous nous apercevons qu'ils sont très originaux, et qu'il existe des espèces rustiques natives du Mexique (29 espèces) et du Sud des Etats-Unis et des espèces acclimatées en Europe ou aux Indes, citons le *Yucca filamentosa* ; le *Yucca gloriosa*.

Les yuccas appartiennent d'après leurs caractères botaniques à la famille des Liliacées, c'est d'ailleurs ce que reconnaît la majorité des auteurs cités, néanmoins ce genre se démarque des autres genres appartenant aux Liliacées de part sa composition chimique.

En effet, les yuccas ne contiennent ni alcaloïdes, ni cardénolides, ni anthraquinones, mais principalement des stéroïdes, libres comme le cholestérol ou le stigmasterol ou conjugués sous forme de saponosides, des polysaccharides, de la cellulose, de la vitamine C, des tanins, des acides gras et des protéines.

Les saponosides ont fait l'objet de nombreuses études. On sait qu'ils dérivent du noyau stéroïdique : le squalène en C 30, leur hydrolyse libère une génine dénommée : saponine et des oses comme le glucose, le rhamnose, le galactose. De nombreuses réactions caractérisent les saponosides, ils sont séparés principalement grâce à une chromatographie sur colonne.

Les saponosides, après hydrolyse sont identifiés grâce à leur pouvoir rotatoire, leur spectre infrarouge, la spectrométrie de masse, la résonance magnétique et la chromatographie en phase gazeuse.

Les différentes espèces de yuccas ne renferment pas les mêmes saponines, les génines les plus répandues sont la sarsapogénine, la tigogénine, la smilagénine, l'hécogénine.

La graine est la partie la plus riche en saponosides, certaines espèces comme le *Yucca filifera* peuvent même renfermer plus de 10 % de saponosides dans leurs graines.

Quant aux cultures de tissus, elles peuvent contenir des génines particulières comme la markogénine et la kétotigénine. De plus, les sapogénines sont soumises à une variation saisonnière, les premières constatations datent de 1947 et sont l'oeuvre de MARKER.

Les propriétés physiologiques des yuccas ont été peu étudiées. Citons quand même BINGHAM, qui entreprit en 1974 et 1975 deux études cliniques sur le rôle antiarthritique des saponosides extraites du yucca.

Trois ans plus tard, il publia une autre étude clinique, relatant les effets hypocholestérolémiants et antihypertenseurs des yuccas.

Cependant, il faut rester extrêmement prudent quant à ces propriétés. En effet, l'extrait de yucca agit de concert avec d'autres médicaments (vitamines, antiarthritiques classiques), on ne pourra reconnaître ces propriétés que lorsqu'on aura vérifié l'activité propre aux saponosides. De plus, on ne connaît toujours pas le mécanisme d'action de ces molécules, ce qui est encourageant c'est l'absence d'effets secondaires gênants. En dehors de ces effets sur l'homme, les saponosides agissent comme agent antistress sur les microorganismes, mollusques et végétaux supérieurs. Les essais pharmacologiques sur l'animal sont très restreints, une action anticancéreuse prometteuse a été démontrée chez la souris, elle serait due à la présence de polysaccharides dans les fleurs fraîches du Yucca glauca et du Yucca shottii.

D'autres espèces de yucca ont été testés par NCI aux USA, les tests se révélèrent négatifs.

Les applications industrielles et alimentaires des yuccas semblent plus intéressantes.

Les fleurs et les fruits de certaines espèces sont comestibles ; ils sont d'ailleurs consommés depuis fort longtemps par les tribus primitives du Mexique et du Sud des Etats-Unis.

Les fleurs sont riches en protéines et en vitamine C. La présence de résine chez certaines espèces peut rendre les fleurs impropres à la consommation, mais cette résine s'élimine facilement après traitement.

Les feuilles de l'espèce Yucca elata peuvent servir de fourrage pour le bétail ; ce nouveau fourrage permet d'obtenir des

rendements supérieurs en tonnage/ha au maïs fourragé, et est disponible toute l'année sur pied.

Les saponines une fois extraites peuvent servir de supplément nutritionnel pour les bovins, volailles.

De plus, l'utilisation de l'huile de graines en alimentation animale sera possible, quand on aura éliminé les stéroïdes présents en trop grande quantité ; aucun essai d'alimentation prolongée n'a encore été entrepris à ce jour.

Mais, ce qui fera sûrement reconnaître cette plante comme valeur industrielle c'est la présence dans la feuille et le tronc de fibres de cellulose longues et résistantes permettant l'obtention de fibres textiles d'une bonne qualité, intermédiaire entre le sisal, le chanvre et le ramie et l'obtention d'une bonne pâte à papier compatible avec la fabrication de papier journal ou type kraft.

De plus, ces fibres sont utilisées traditionnellement pour fabriquer des sacs, cordes, câbles, tapis, semelles ou plus récemment dans la construction sous forme de fibres composites.

Comme matériau composite, la fibre de yucca mélangée au polyester, à la fibre de verre, à l'acrylique diminue leur coût, néanmoins les fibres composites semblent moins résistantes que les fibres synthétiques pures.

La biodégradation des fibres de yucca est ralentie après vernissage avec une fine couche de polyuréthane.

Enfin, les saponines, notamment la sarsapogénine, la tigogénine et l'hécogénine peuvent servir de matière première pour l'hémisynthèse des corticoïdes et stéroïdes antiinflammatoires.

La sarsapogénine est la génine la plus couramment extraite, la graine en est la partie la plus riche.

La graine du Yucca filifera peut fournir un taux en saponosides supérieur à 15 % leur hydrolyse acide produit un seul type de génine : la sarsapogénine.

La sarsapogénine permet d'obtenir de la cortisone, de la progestérone, des oestrogènes et des NOR 19 stéroïdes.

La tigogénine permet l'obtention de dexaméthasone, après passage par la 16 déhydroprégnénone, on peut aussi obtenir des corticoïdes et des oestrogènes.

Cependant, peu d'espèces fournissent un taux élevé en tigogénine, le Yucca gloriosa en est l'espèce la plus riche. Quant à l'hécogénine, son utilisation est récente, elle permet l'hémisynthèse de cortisone, prednisone et dexaméthasone, sans passer par la 16 déhydroprégnénone.

Néanmoins, les saponines peuvent aussi être utilisées dans des domaines comme la parapharmacie (fabrication de savons, crèmes, agents moussants) ou la chimie (fabrication d'un agent réactif ou aromatisant : la vanilline^R). Les utilisations thérapeutiques des yuccas sont encore peu développées. Pourtant, les Yuccas possèdent des propriétés gastro-intestinales, antiparasitaires, antiarthritiques, métaboliques (hypocholestérolémiantes). En France, les laboratoires Arkopharma sont les seuls à avoir commercialisé des gélules à base de racine de yucca.

Il est affligeant de signaler que les aires couvertes par les yuccas au Mexique ou aux Etats-Unis donnent peu d'occasion de bénéfices économiques, motif pour lequel nous voyons comment augmente le défrichement de ces terrains qui sont utilisés pour établir des villes et des activités agricoles.

Nous faisons le vœux pour qu'on évite sa destruction systématique grâce aux études faites actuellement, et personnellement j'espère que M. MARISY, auquel je rends hommage, concrétisera ses ambitions.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 ALI MS, SHARMA GC, ASPLUND RO, NEVINS MP, GARB S
Isolation of antitumor polysaccharide fractions from
Yucca glauca Nutt.
Growth, 1978, 42, 213-223.

- 2 APPLEZWEIG N
Steroid drugs
1962, 75-78, MC GRAW-HILL, NEW-YORK.

- 3 BACKER RC, BIANCHI E, COLE JR
A phytochemical investigation of Yucca shottii
J pharm. Science 1972, 61, 1665-1666.

- 4 BELMARES H, BARRERA A, MONJARAS M
New composite materials from natural hard fibers,
biodegradation kinetics and mechanism.
Ind eng chem. prod res dev, 1983, 22, 652-657

- 5 BELMARES H, BARRERA A
Industrialization of plant resources of arid and
semi-arid zones of North America : hard plant
fibers
Interciencia 1979, 4, (6), 320-325.

- 6 BINGHAM R
New and effective approaches to the prevention and
treatment of arthristis.
Journal of applied nutrition.
Article presented before the sixteenth annual symposium of
the international college of applied nutrition, 1976, 38-47.

- 7 BINGHAM R, BERNARD MP, BELLEW A, BELLEW G, JOEWA MD
Yucca plant saponin in the management of arthristis.
Journal of applied nutrition, 1975, 27 (2 et 3), 45-50.

- 8 BINGHAM R, HARRIS D, LAGA T
Yucca plant saponin in the treatment of hypertension and
hypercholesterolemia.
Journal of applied nutrition, 1978, 30, (3-4), 127-136.

- 9 BLUNDEN G, HARDMAN R
Stéroïdal constituents of Yucca glauca
Phytochemistry 1969, 8, 1523-1531
- 10 BLUNDEN G, HARMAN R, WENSLEY WR
Effects of enzymes on Yucca glauca and other steroid yielding
monocotyledons.
J pharm pharmacol 1965, 17, (5), 274-280.
- 11 BOUGUMILA WACLAM-ROZKRUSTOWA
Steroïd sapogénins in root of Yucca filamentosa
Dissert pharm pharmacol 1969, 21, (5), 425-431.
- 12 BOVISTA, BALARSARD G
Evaluation du pouvoir hémolytique de quelques saponides med.
trop 1968, 28, (1), 85-87.
- 13 CHADEFAUD M, EMBERGER L
Traité de botanique, Tome II, 1138-1132, Masson et Cie, 1960
Paris.
- 14 CUISANCE P
Les Yuccas
Les jardins de France, 1977, (12), 5-6.
- 15 DEBIEVRE J
Les arthrites et les ostéïtes à salmonelles
L'activité rhumatologique présentée au praticien 1975, 92
Expansion scientifique française.
- 16 DEWIDAR AM, EL MUNAJJED DT
The steroid sapogenin constituents of Agava americana, Agava
variegata and Yucca gloriosa.
Planta medica 1970, 71, (19), 87-91.
- 17 DRAGALIN IP, KINTIA PK
Steroïdal saponins of Yucca filamentosa, yuccoside C and
protoyuccoside C
Phytochemistry, 1975, 14, (8), 1817-1820.

- 18 DZIUK HE, DUKE GE, BUCK RJ, JANNI KA
Digestive parameters in young turkeys fed yucca saponin
poultry science 1984, 64, 1143-1147.
- 19 EL MUNAJJED DT, FAYEZ MBE, RADWAN AS
Steroid saponin IX
Thin layer chromatography
phytochemistry 1965, 4, 587-592.
- 20 EL OLEMY MM, SABATKA JJ, STOHS SJ
Saponin of Yucca glauca seeds
Phytochemistry 1974, 13, (2), 489-492.
- 21 ERDOS J, ALVARADO JJ
Ensayos sobre el izote (Yucca elaphantipes regel) como
materia prima para la obtencion de celulosa
Revista de la sociedad mexicana de historia natural
1960, 21, (2), 323-334.
- 22 FONTAN-CANDELA JL
Nuevas fuentes de estrogenos
Revista espanola de fisiologia
1960, 16, 7-16.
- 23 GONZALEZ G, FREIRE R, BARREIRA H, HERNANDEZ R, SALAZAR JA,
SAUREZ-LOPEZ YE
Nuevas fuentes naturales de saponinas esteroïd
An quim, 1972, 68, 309-316.
- 24 GRAF AB
Pictorial cyclopedia of exotic plants
exotica 3, 1963, 1122, Roehrs company.
- 25 GRINENKO GS, SOROKINA NP
Methods of synthesis and technology of drug production
improved method of obtaining 16 Methyl 5 pregnane 17, 21
Diol 3-20 Dione, à dexamethasone intermediate
pharm chem, 1981, 15, (10), 738-739.

- 26 HERNANDEZ IJ
Valor nutritivo de algunos ingredientes de zonas aridas
tecnicu pecuaria 1975, 89-93
- 27 HOAD GV, GASKIN P
Abscisic acid and related compounds in phloem exudate of
Yucca flaccida
Haw and coconut
Planta, 1980, 150, 347-348.
- 28 HOROVITZ A, GALIL J, PORTNOY L
Soluble sugars in the stigmatic exudate of Yucca aloifolia L
Phyton, 1972, 29, (1,2), 43-46.
- 29 HOWARD DF, BLUM MS, FALES HM
Defense in thrips, forbidding fruitiness of a lactone
Science USA, 1983, 220, n° 4 594, 335-336
- 30 JAIN, TARAFDAR
Economic botany, 1970, 24, 267
- 31 JOHNSON NL, QUARLES CL, FABERGERG DJ, CAVENY DD
Evaluation of yucca saponin on broiler performance and
ammonia suppression
Poultry science, 1981, 60, 2289-2292
- 32 JOHNSTON NL, QUARLES CL, FABERGERG DJ, CAVENY DD
Broiler performance with DSS40 Yucca saponin in combination
with momensin
Poultry science 1982, 61, 1052-1054.
- 33 KAUSCH AP
Biogenesis and cytochemistry of unspecialized peroxisomes in
root cortical cells of Yucca torreyi L
European journal of cell biology 1984, 34, 239-247.

- 34 KEARNEY TH, PEEBLES RH
Flowering plants and ferns of Arizona
United States Depart of Agriculture, miscellaneous
publication 1942, n° 423, 196-198.
- 35 KEMERTELIDZE EP, PKHEIDZE TA
Tigogenin from Yucca gloriosa, a possible raw material for
the synthesis of steroid hormonal preparations
Pharm chemy, 1972, 6, (92), 795-797.
- 36 MARKER RE, LOPEZ J
Steroidal sapognin - n° 161, the seasonal variation of
sapogenins in plants
Phytochemistry 1947, 69, 2375-2385.
- 37 MITICH LW
Yucca glauca as a food and fibre plant
Natural cactus and succulent journal, 1969, 24/2, 35-36.
- 38 MORTON J
Atlas of medicinal plants, 1973, 91
- 39 ORTIZ SM
Cold soda pulps from "palma china"
ATCP Mexique, 1965, 5, (5), 373-379.
- 40 PANOUSE J, MAMLOCK L
Sur les sapogénines stéroliques des tiges et des feuilles du
Yucca guatemalensis Backer
Annales pharmaceutiques françaises, 1953, 21, (11), 735-741
- 41 PANOVA D, TOMOVA M
Untersuchungen über Yucca arten auf gehält an steroid
sapogeninen 2. mit steroidsapogenine von Yucca filamentosa L
planta medica 1963, 11, (2), 198-201.
- 42 PINA LUJAN I
Geographic distributionj of the genus yucca
Cactus and succulent journal, 1980, 52, 277-281.

- 43 RAKHIMOV DA, KONTRATENKO ES, KHAMIDHOZHAEV SA
Polysaccharides of saponin bearing plants, carbohydrates of
Yucca gloriosa
Chemistry of natural compounds, 1983, 19, (5), 601-602
- 44 RIDAURA-SANZ V
Towards the integral use of Yucca filifera
Centro de investigation en Quimica aplicada
Saltillo, Coahuila, Mexico
1979, 319-325
- 45 SHOEB HA, REFALY L, KHALIFA AM
The molluscicidal properties of the crude saponins in Agave
angustifolia "marginata", Agave celsi, Yucca filamentosa
"variegata".
Egypt J Bilh, 1983, 9, 55-56.
- 46 STHOHS SJ ET AL
Sapogenins of Yucca glauca tissue cultures and seeds
Planta medica, 75, 27, (3), 257-261
- 47 STOHS SJ, OBRIST JJ
Sapogenins of Yucca glauca seed pods
phytochemistry 1975, 14, (1), 239-241.
- 48 STOHS SJ et AL
Sapogenins of Yucca glauca tissu cultures
LLoydia 1974, 37, 3, 504-505.
- 49 STOLLER EW, STOHS SJ, ELOLEMY MM, MOLICHEN YU, TARNG CS
Fatty acid composition of lipids of corchorus, yucca,
dioscorea, withania and rivea tissue cultures
LLoydia, 1973, 37, (2), 309-312
- 50 THOMAS HJ
Caulatops distanti, new record, a potential yucca pest newly
discovered in the USA.
Fla entomol, 1985, 68, (2), 320-323

- 51 UPHOF JC
Dictionary of economic plant, 1968, 11, 559-560
- 52 WAKIL AA, FAIZALLAH K
Commercial utilization of Liliaceae Yucca glauca (beagrass)
pakistan J scien Ind res, 1975, 18, 162-164.
- 53 WANG CP, KAMEOKA H
Les constituants des huiles essentielles du Yucca gloriosa
J. agric chem soc Jap 1977, 51, (11), 644-653.
- 54 WANG CP, KAMEOKA H
Les constituants des huiles essentielles des fleurs du Yucca
filamentosa
J agric chem soc Jap 1978, 52, (12), 607-610.
- 55 WELFING J
Klebsiella et spondylarthrite ankylosante
L'activité rhumatologique présentée au praticien 1982, 210
Expansion scientifique française.
- 56 Rapport publié par le CIQA, aidé par la conacyt (National
council for science and technology) et la conenza
IIIe volume, série "The desert", 1979, 23 articles.



A U T O R I S A T I O N D ' I M P R E S S I O N

de la Thèse dont l'intitulé est : Contribution à l'étude
des Yuccas

candidat : M MAZZILLI Thierry

Flarioffe

VU

Le Président du Jury

GRENOBLE, le 28. janvier 1987

VU

Le Président de l'Université
Scientifique, Technologique
et Médicale de GRENOBLE

GRENOBLE, le 4.02. 1987



M. Tancède
Le Président,
M. TANCÈDE

NOM PRENOM : MAZZILLI Thierry
TITRE DE LA THESE : CONTRIBUTION A L'ETUDE DES YUCCAS
NATURE DE LA THESE : Diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie
GRENOBLE - ANNEE 1987

RESUME :

Le yucca est une plante de la famille des Liliacées, originaire du Mexique et du Sud des Etats-Unis. Sur les 47 espèces recensées, quelques unes poussent sous nos climats et résistent parfaitement à des froids intenses : (Yucca gloriosa, le Yucca filamentosa et le Yucca aloëfolia).

Cette plante renferme principalement des saponosides, qui une fois hydrolysés fournissent des sapogénines telles la diosgénine, la sarsapogénine, mais aussi de la vitamine C, des polysaccharides et des stérols libres.

Cette plante offre des possibilités alimentaires, industrielles et médicinales.

Les fleurs et les fruits de certaines espèces sont comestibles, par contre les feuilles riches en acide cyanhydrique ne peuvent être consommées par le bétail qu'une fois séchées.

Le yucca offre aussi de nombreuses possibilités industrielles, la plus importante semble être la fabrication de la pâte à papier à partir de la cellulose, présente en grande quantité dans les feuilles et le tronc des yuccas.

Mais les yuccas renferment aussi des quantités intéressantes de saponines; qui permettent la fabrication de cosmétiques, détergents et qui servent surtout à l'hémisynthèse de corticostéroïdes, et des oestrogénostatifs.

Enfin les applications thérapeutiques des yuccas sont encore très limitées, on lui prête néanmoins des propriétés antihypertensives, antiarthritiques, les polysaccharides auraient une action anticancéreuse.

MOTS CLES : YUCCA - LILIACEES

JURY : Madame le Professeur A.M. MARIOTTE, Président
Monsieur G. TAILLANDIER Maître de Conférences
Monsieur M. CHAMEY, Pharmacien

DATE DE SOUTENANCE : le 23 MARS 1987