



HAL
open science

Le Konjac : *Amorphophallus rivieri* Durieu, variété Konjac Engler (Aracées)

Danièle Sadoun

► **To cite this version:**

Danièle Sadoun. Le Konjac : *Amorphophallus rivieri* Durieu, variété Konjac Engler (Aracées). Sciences pharmaceutiques. 1991. dumas-03519571

HAL Id: dumas-03519571

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03519571v1>

Submitted on 10 Jan 2022

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.

La propriété intellectuelle du document reste entièrement celle du ou des auteurs. Les utilisateurs doivent respecter le droit d'auteur selon la législation en vigueur, et sont soumis aux règles habituelles du bon usage, comme pour les publications sur papier : respect des travaux originaux, citation, interdiction du pillage intellectuel, etc.

Il est mis à disposition de toute personne intéressée par l'intermédiaire de [l'archive ouverte DUMAS](#) (Dépôt Universitaire de Mémoires Après Soutenance).

Si vous désirez contacter son ou ses auteurs, nous vous invitons à consulter la page de DUMAS présentant le document. Si l'auteur l'a autorisé, son adresse mail apparaîtra lorsque vous cliquerez sur le bouton « Détails » (à droite du nom).

Dans le cas contraire, vous pouvez consulter en ligne les annuaires de l'ordre des médecins, des pharmaciens et des sages-femmes.

Contact à la Bibliothèque universitaire de Médecine Pharmacie de Grenoble :

bump-theses@univ-grenoble-alpes.fr

2^e exemplaire

UNIVERSITE Joseph FOURIER
Grenoble I - Sciences Technologie Médecine
U.F.R. DE PHARMACIE - Domaine de la Merci - La Tronche

Année 1991

N° D'ordre 7036

Le KONJAC
Amorphophallus rivieri Durieu
Variété Konjac Engler
(Aracées)

THESE

*pour obtenir le grade de DOCTEUR EN PHARMACIE
présentée à l'Université Joseph FOURIER - GRENOBLE I
et soutenue publiquement le 3 octobre 1991*

par :

Danièle SADOUN
[Données à caractère personnel]



Jury : Mme le Professeur A.M. Mariotte, Président
et
Mme le Professeur J. Alary
Mme V. Argoud - Docteur en Pharmacie

**UNIVERSITE Joseph FOURIER
Grenoble I - Sciences Technologie Médecine
U.F.R. DE PHARMACIE - Domaine de la Merci - La Tronche**

Année 1991

N° D'ordre

**Le KONJAC
Amorphophallus rivieri Durieu
Variété Konjac Engler
(Aracées)**

THESE

*pour obtenir le grade de DOCTEUR EN PHARMACIE
présentée à l'Université Joseph FOURIER - GRENOBLE I
et soutenue publiquement le 3 octobre 1991*

par :

Danièle SADOUN

[Données à caractère personnel]



Jury : Mme le Professeur A.M. Mariotte, Président
et
Mme le Professeur J. Alary
Mme V. Argoud - Docteur en Pharmacie



A notre Président de Jury de Thèse,

Madame le Professeur Anne-Marie MARIOTTE

Nous vous remercions vivement d'avoir accepté la présidence de notre jury.

Nous avons su apprécier votre extrême disponibilité dans l'élaboration de ce travail.

Puissiez-vous trouver ici le témoignage de notre admiration et l'expression de notre profond respect.

A nos juges,

Madame le Professeur J. ALARY

Nous sommes heureux que vous ayez accepté si spontanément de juger ce travail.

Veillez trouver ici l'expression de notre profonde reconnaissance.

Madame Véronique ARGOUD

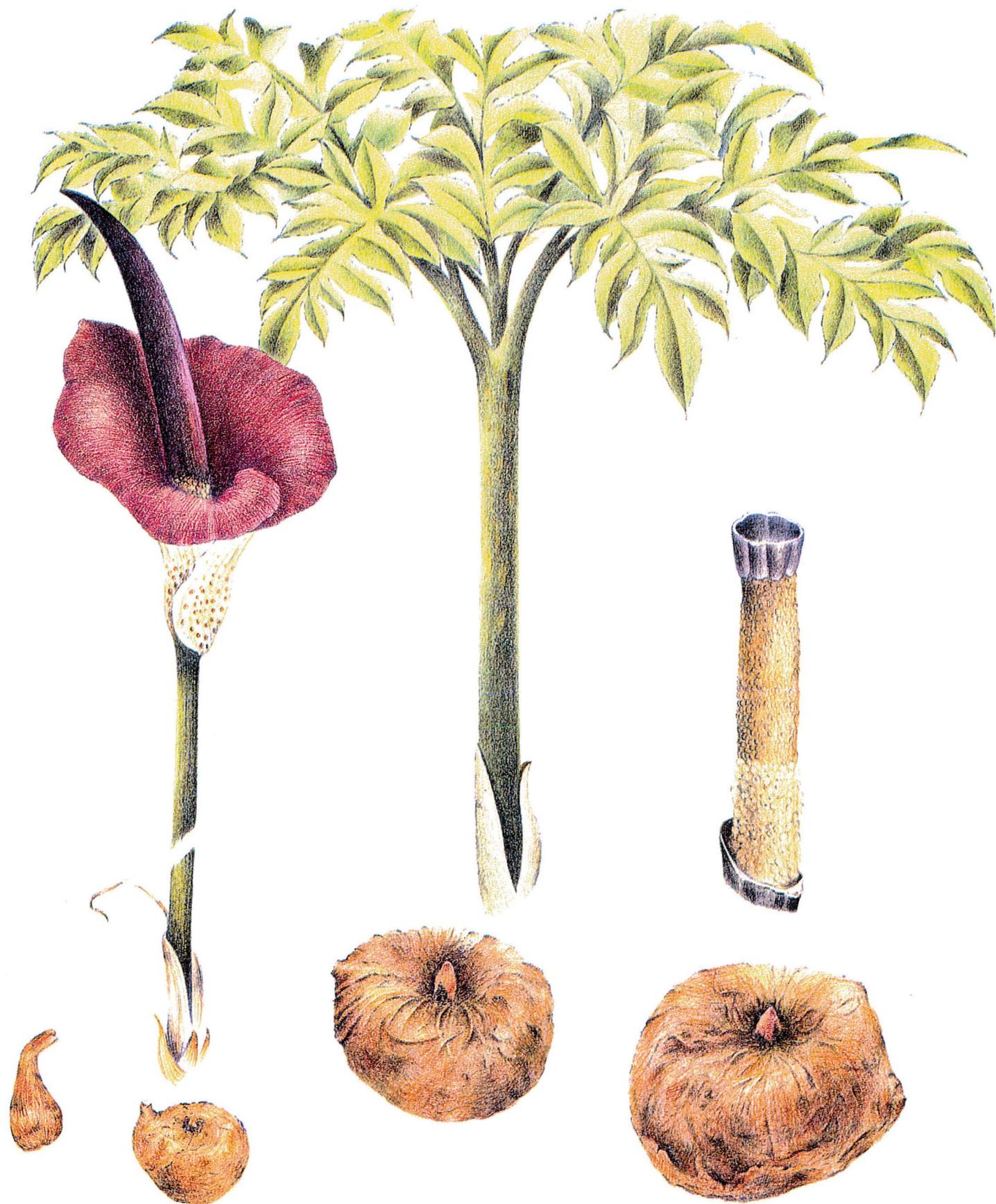
Merci très sincèrement pour votre soutien et vos précieux conseils tout au long de l'élaboration de ce travail.

A Maman et Yoël, mes inspirateurs de "poids"

*Je vous dédie tout particulièrement cet ouvrage en
espérant qu'il vous sera utile...*

A toute ma famille

A tous mes amis.



Le KONJAC
***Amorphophallus rivieri* Durieu**
Variété Konjac Engler
(Aracées)

SOMMAIRE

I.	<u>INTRODUCTION</u>	8
II.	<u>ETUDE BOTANIQUE</u>	10
A.	<u>LA FAMILLE DES ARACEES</u>	10
1.	Caractères généraux	10
2.	Systematique	12
B.	<u>LE GENRE AMORPHOPHALLUS</u>	12
1.	Caractères généraux	12
2.	Classification	13
3.	Distribution géographique	14
4.	Utilisations	15
C.	<u>L'AMORPHOPHALLUS RIVIERI Durieu variété Konjac Engler</u>	16
1.	Synonymie	16
2.	Distribution géographique	17
3.	Description	17
	a. La feuille	17
	b. L'inflorescence	18
	c. Le tubercule	20
4.	Culture et récolte	21
	a. Préparation de la semence	21
	b. Plantation	22
	c. Les engrais	22
	d. Récolte	23
	e. Conservation	23
5.	Fabrication de la farine	24

III.	<u>COMPOSITION CHIMIQUE DU TUBERCULE DE KONJAC</u>	25
A.	<u>COMPOSITION GENERALE</u>	25
B.	<u>LES CONSTITUANTS CONNUS</u>	26
C.	<u>UN CONSTITUANT PARTICULIER DU KONJAC : LE GLUCOMANNANE (KGM)</u>	27
1.	Extraction et purification	27
	a. Méthode d'Ohtsuki	27
	b. Méthode de Nishida	27
	c. Méthode de Sugiyama	28
2.	Structure du KGM	29
3.	Identification du KGM	32
4.	Dosage du KGM	32
5.	Propriétés physico-chimiques du KGM	34
	a. Poids moléculaire et dimension	34
	b. Réactions colorées	34
	c. Solubilité	34
	d. Viscosité du KGM en solution aqueuse	35
	e. Volume de gélification	36
	f. Propriétés rhéologiques	36
	g. variabilité de ces propriétés physico-chimiques	37
	g1. <i>Modification avec le mode de préparation de la farine</i>	38
	g2. <i>Modification avec le mode de purification</i>	38
	g3. <i>Modification avec la "variété" cultivée</i>	38
	g4. <i>Modification avec le terrain</i>	39
6.	Biosynthèse et catabolisme du KGM	40
	a. Formation du KGM	40
	b. Dégradation du KGM	41
IV.	<u>ACTIONS PHARMACOLOGIQUES DU KONJAC</u>	44
A.	<u>ACTION DU KGM DANS LA REDUCTION DU POIDS CORPOREL</u>	44
1.	Expérimentation animale	44
	a. Conditions expérimentales	44
	b. Résultats	46

2.	Etudes cliniques	47
	a. Rapport dose-effet sur la perte de poids	47
	b. Effet coupe-faim du KGM	48
	c. Corrélation avec les régimes diététiques hypocaloriques	49
	d. Conclusion	50
3.	Mécanisme d'action du KGM dans la réduction du poids corporel	51
B.	<u>ACTION DU KGM SUR LE METABOLISME DES LIPIDES</u>	52
1.	Expérimentation animale de l'action hypocholestérolémiante	52
	a. Conditions expérimentales	52
	b. Résultats	52
	<i>b1. Chez les rats hypercholestérolémiques</i>	52
	<i>b2. Chez les rats normocholestérolémiques</i>	55
	<i>b3. Chez les babouins hypercholestérolémiques</i>	55
2.	Etude clinique	56
	a. Conditions expérimentales	56
	b. Résultats	57
	c. Conclusion	58
3.	Mécanisme de l'activité hypocholestérolémiante	58
	a. Inhibition de l'absorption intestinale du cholestérol exogène	59
	b. Augmentation de l'excrétion fécale des acides biliaires	59
C.	<u>ACTION DU KGM SUR LE METABOLISME DES GLUCIDES</u>	60
1.	Expérimentation animale	60
2.	Etude clinique	60
	a. Effet du KGM sur la tolérance au glucose	61
	b. Effet du KGM sur la glycémie et l'insulinémie après ingestion d'un repas d'épreuve.	61
	<i>b1. Chez les sujets normaux</i>	61
	<i>b2. Chez les sujets intolérants au glucose</i>	62
	<i>b3. Chez les diabétiques non-insulino-dépendant</i>	62
	c. Conclusion	63
3.	Mécanisme d'action supposé	63
D.	<u>AUTRES ACTIVITES DU KGM</u>	64
1.	Effet sur le fibrinogène plasmatique	64
2.	Effet sur le transit intestinal	64
3.	Effet préventif dans l'apparition de cancer du côlon	65

E.	<u>CONCLUSION</u>	65
V.	<u>UTILISATIONS DU KONJAC</u>	67
A.	<u>UTILISATIONS TRADITIONNELLES DANS L'INDUSTRIE</u>	67
1.	Utilisation de la colle de KONJAC	68
2.	Utilisation de l'enduit de KONJAC	68
3.	Utilisation des propriétés chimiques de la farine de KONJAC	68
B.	<u>UTILISATIONS TRADITIONNELLES DANS L'ALIMENTATION</u>	69
C.	<u>UTILISATION EN DIETETIQUE</u>	70
VI.	<u>CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES</u>	74

I. Introduction

Le KONJAC ou *Amorphophallus rivieri* Durieu variété Konjac Engler est une plante vraisemblablement originaire de la Chine Méridionale.

Elle aurait été importée au Japon dans les années d'Engi (901 - 922 de notre ère) et dénommée KONNYAKU par les japonais (21).

Le nom scientifique de KONJAC qui a été donné à la plante par le botaniste Schott n'est en fait qu'une mauvaise transcription de ce nom japonais KONNYAKU parce que généralement, l'y est remplacé par le j dans l'orthographe des mots japonais, adoptée par les hollandais et les allemands (24).

De tout temps, les tubercules de KONJAC ont été utilisés dans l'alimentation. Mais l'extension de la culture d'*Amorphophallus rivieri* Durieu variété Konjac Engler ne remonte qu'aux années 1930. Ceci coïncide avec la progression démographique du Japon, qui a fait apparaître des besoins en aliments de base de plus en plus importants.

En effet, la culture du riz, aliment de base de la nourriture des japonais, est limitée au Japon à cause d'une faible surface susceptible d'accueillir des rizières.

Or, le KONJAC a le grand avantage sur le riz de pouvoir être cultivé pour son tubercule sur des montagnes non irriguées. Et donc, pour palier ce manque de nourriture, la culture d'*Amorphophallus rivieri* Durieu variété Konjac Engler s'est beaucoup développée.

Mais il faut savoir que l'extension de sa consommation au Japon est également due à sa réputation de "produit bénéfique pour la santé".

En France, le KONJAC a été introduit dès 1819, au jardin botanique de Bordeaux, comme plante ornementale (5).

Actuellement, les tubercules de KONJAC sont commercialisés en France sous un grand nombre de spécialités. On les trouve en pharmacie comme produits diététiques destinés à aider à la perte du poids corporel.

Il nous a paru intéressant de faire une étude bibliographique complète concernant les aspects botanique, chimique, pharmacologique ainsi que les utilisations de cette plante, et en particulier du constituant majeur de son tubercule : le GLUCOMANNANE.

L'objectif est, à terme, de faire le point sur les activités biologiques, les mécanismes d'action et les relations structure-activité de cette molécule, support de l'activité du KONJAC, utilisé de nos jours en diététique.



II. Etude botanique

L'Amorphophallus rivieri Durieu variété Konjac Engler est une espèce appartenant à la Famille des Aracées.

Après avoir décrit cette famille puis le genre *Amorphophallus*, nous étudierons plus en détail cette plante, plus communément appelée KONJAC.

A. LA FAMILLE DES ARACEES

Cette famille fait partie des Monocotylédones à ovaire supère. Elle est classée, avec la famille des Lemnacées dans l'ordre des Arales (3).

1. CARACTERES GENERAUX

Cette famille renferme surtout des plantes terrestres, habitant en majorité les zones chaudes du globe : régions tropicales et subtropicales. (3)

La famille des Aracées a une grosse importance du point de vue économique au niveau des tropiques car elle renferme un grand nombre de plantes vivrières, très importantes en alimentation humaine pour leurs tubercules essentiellement et accessoirement pour leurs feuilles et leurs fruits (2). Ainsi, les tubercules des genres *Alocasia*, *Amorphophallus*, *Colocasia*, *Xanthosoma* sont utilisés après cuisson prolongée pour éliminer les principes âcres et toxiques que contiennent en plus ou moins grande quantité les plantes de cette famille. (2)

La famille des Aracées comprend également quelques espèces médicinales (Rhizome d'*Acorus calamus* par exemple) et beaucoup d'espèces ornementales, en particulier dans les genres *Anthurium*, *Philodendron*, *Monstera*, *Dieffenbachia*.. (2).

Les plantes de cette famille sont des plantes herbacées parfois de grande taille, de types biologiques très variés (phanérophytes, lianes diverses, épiphytes, géophytes, etc...), ayant un appareil souterrain rhizomateux, bulbeux ou tuberculeux, dont la ramification est sympodique, plus rarement monopodique. (3)

Les feuilles sont très diverses, parfois très grandes. La forme en coeur ou hastée est la plus fréquente. Elles sont aussi souvent lancéolées, linéaires, plus ou moins nettement composées, parfois à limbe troué par accroissement inégal, très souvent stipulées, parfois articulées.

La nervation est presque toujours pennée ou réticulée, rarement parallèle (*Acorus*) (3).

Les fleurs sont regroupées en grappe de fleurs sessiles : on parle d'inflorescence en épi. Ces fleurs sont insérées sur un axe en massue charnue : le SPADICE, souvent odorant (18) et entouré d'une bractée protectrice appelée SPATHE, plus ou moins colorée, et qui peut être très grande (3).

Les fleurs, elles, sont très petites, sans bractée, sans préfeuille, parfois mal individualisées, bisexuées ou unisexuées, théoriquement tri ou dimères, monoïques, rarement dioïques.

Le périanthe peut être simple ou double (calice et/ou corolle) mais les fleurs peuvent aussi être apérianthées.

L'androcée (verticille mâle) peut avoir une structure allant d'une forme classique de (2x3) étamines à l'étamine solitaire et même à l'avortement total.

Le gynécée (verticille femelle) est constitué de 3 carpelles à ovaire supère (il est situé au-dessus du périanthe).

Les fruits sont souvent des baies, sauf rares exceptions.

La pollinisation est entomophile et la spathe joue un rôle important dans l'attraction des insectes et dans la régulation de leurs visites (3).

2. SYSTEMATIQUE

La famille des Aracées comprend plus de 100 genres et 1500 espèces, regroupées en 8 sous-familles. (3, 18)

- 1/ Sous-famille des Pothoidées avec 11 genres dont *Anthurium*, *Acorus*
- 2/ Sous-famille des Monsteroidées avec 10 genres dont *Monstera*
- 3/ Sous-famille des Calloïdées avec 4 genres dont *Calla*
- 4/ Sous-famille des Lasioidées avec 18 genres dont *Amorphophallus* BL.,
Dracontium
- 5/ Sous-famille des Philodendroidées avec 16 genres dont *Philodendron*, *Dieffenbachia*
- 6/ Sous-famille de Colocasioidées avec 14 genres dont *Colocasia*
- 7/ Sous-famille des Aroidées avec 32 genres dont *Arum* (5 espèces en France),
Arisarum, *Cryptocoryne*
- 8/ Sous-famille des Pistioidées avec 1 seul genre : *Pistia*

B. LE GENRE AMORPHOPHALLUS

Le genre *Amorphophallus*, dont fait partie le KONJAC, a été créé par Blume en 1825.

1. CARACTERES GENERAUX DE CE GENRE

Le Genre *Amorphophallus* se caractérise par des plantes de grandes dimensions, remarquables par leurs fleurs bizarres paraissant avant les feuilles, constituées par une spathe plus ou moins large, pourpre ou mouchetée de brun et de blanc, souvent d'odeur fétide et au centre de laquelle s'élève un spadice androgyne (avec fleurs mâles et femelles), terminé par un

appendice souvent volumineux dont la forme rappelle le phallus de certains animaux, d'où le nom scientifique du genre. (5)

Le spadice fleuri est fixé par un pédoncule plus ou moins long au centre d'un gros tubercule discoïde, convexe en dessous, concave ou plat au dessus, enterré assez profondément et qui émet après floraison, une feuille unique, à long pétiole vertical et à limbe frondiforme horizontal, bifurqué ou bipinnatifide.(5)

2. CLASSIFICATION DU GENRE AMORPHOPHALLUS

Selon les auteurs, on trouve plusieurs classifications.

a) Le Genre *Amorphophallus* a été divisé en 2 selon la longueur de l'appendice terminant le spadice (23) :

. Appendice du spadice de 30 à 50 cm de long, incluant l'inflorescence, plus long que la spathe (20 à 30 cm de long).

Le KONJAC fait partie de ce groupe.

. Appendice du spadice de 15 à 20 cm de long incluant l'inflorescence, à peu près aussi long que la spathe.

b) On trouve aussi une classification en 2 sous-genres, selon la forme de la spathe (5) :

. Les *Amorphophallus stricto* à spathe en cornet

. Les *Hydrosmes* à spathe très largement évasée.

c) Enfin, il existe une classification beaucoup plus détaillée réalisée par le botaniste Engler. (7)

Il a divisé le genre en 11 sections :

- Section I - *DYSAMORPHOPHALLUS* Engl
- Section II - *DRACONTIOPSIS* Engl
- Section III - *HYDROSME* (Schott) Engl.
- Section IV - *RAPYOGKOS* Eng.
- Section V - *CUNDARUM* Eng.
- Section VI - *CUNDARPSIS* Engl.
- Section VII - *CONOPHALLUS* (Schott) Eng.
- Section VIII - *SYNANTHERIAS* (Schott) Engl.
- Section IX - *RAPHIOPHALLUS* (Schott) Engl.
- Section X - *CORYNOPHALLUS* (Shott) Engl.
- Section XI - *INTERRUPTIFLORUS* Engl.

L'*Amorphophallus rivieri* Durieu variété Konjac Engler fait partie de la section VII : *CONOPHALLUS*.

3. DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE

Ce genre appartient aux régions tropicales et sous-tropicales pluvieuses, et à la zone tempérée humide. On le rencontre en Asie (en particulier Chine méridionale et Japon), où il est représenté par plus de 60 espèces.

Dans les Iles du Japon, on peut trouver les 6 espèces suivantes (21) :

- *Amorphophallus gigantiflorus* Hayata
- *Amorphophallus henryi* NE Brown
- *Amorphophallus hirtus* NE Brown
- *Amorphophallus kiusiana* Makino
- *Amorphophallus rivieri* Durieu variété Konjac Engler
- *Amorphophallus schichitoensis* Makino

Ce genre existe également en Océanie, dans les îles du Pacifique et en Australie où il est représenté par 5 espèces.

On le trouve enfin en Afrique où il est représenté par plus de 30 espèces (21).

Au total, il existe environ 100 espèces, dont les deux-tiers sont originaires de l'Asie.

Il n'y a pas d'espèce en Amérique.

Certaines espèces du genre *Amorphophallus* sont parfois cultivées en Europe dans les serres, pour l'aspect bizarre et ornemental de leurs inflorescences, notamment *Amorphophallus campanulatus* Blume (5).

4. UTILISATIONS

L'utilisation des espèces d'*Amorphophallus* est très différente en fonction des régions où elles se trouvent.

La culture d'espèces du genre *Amorphophallus* afin d'utiliser leurs tubercules pour l'alimentation humaine, se fait beaucoup plus volontiers en Asie qu'en Afrique.

En Afrique, bien qu'il existe beaucoup d'espèces de ce genre, aucune n'est cultivée, mais diverses sont très communes dans la brousse. Les indigènes ne déterrent les tubercules qu'en période de famine, et chez beaucoup de peuplades africaines, on n'en fait jamais usage car dit-on, ils peuvent occasionner des empoisonnements. (5).

Dans l'Est de l'Indonésie, les tubercules d'*Amorphophallus* sont utilisés pour nourrir les cochons. A cette intention, le tubercule est haché et bouilli, puis il est moulu pour former un gruau (29).

C. L'AMORPHOPHALLUS RIVIERI DURIEU VARIETE KONJAC ENGLER

De toutes les espèces d'*Amorphophallus* , la plus connue, celle qui a fait l'objet des plus nombreuses études est certainement le KONJAC ou Konnyaku du Japon.

Ce sont les travaux de Jean Motte relatés dans "Le Konnyaku du Japon" (1932) qui nous éclaire le plus sur cette espèce (21).

1. SYNONYMIE

Cette plante fut découverte à la même époque par plusieurs botanistes qui la baptisèrent différemment en fonction de leur propre classification.

Ainsi, les divers noms botaniques donnés au KONJAC sont les suivants (21) :

- *Amorphophallus rivieri* Durieu
- *Amorphophallus rivieri* Durieu variété Konjac Engler
- *Amorphophallus konjac* Koch
- *Arisoma konjac* Kock
- *Brachyspahte konjac* Kock
- *Gonophallus konjac* Schott, Francket et Savatier
- *Dracontium polyphyllum* Thunberg
- *Hydrosme rivieri* Engler
- *Proteinophallus rivieri* Hooker
- *Iapeinophallus rivieri* Baill

On trouve également 4 noms chinois désignant cette même plante (27) :

- Kiu jo
- Jo t'eu
- Koei yu
- Koei t'eu

2. DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE

Le KONJAC se trouve à peu près partout au Japon, et surtout dans les régions montagneuses où la production de riz est médiocre (21).

Outre le Japon, le KONJAC est aussi largement cultivé en Chine et en Indochine (5).

3. DESCRIPTION

Le KONJAC est une plante vivace, possédant un tubercule qui donne chaque année, une feuille unique et après environ 5 ans, une inflorescence analogue à celle des autres Aracées.

a. La feuille (Figure n°1)

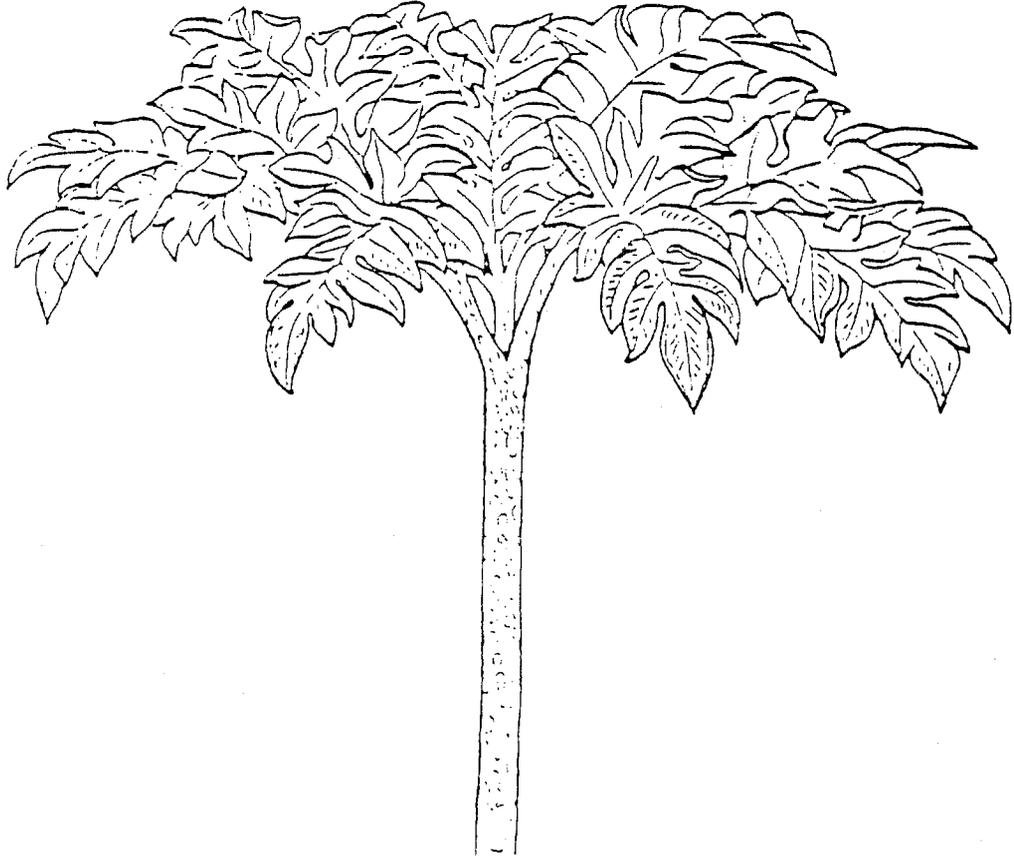
Le tubercule donne au printemps une pousse, enveloppée de 2 écailles bractéales qui se déchirent pour laisser passer l'unique feuille, d'abord enroulée puis épanouie à l'extrémité d'un long pétiole, de 60 à 90 cm de longueur. Sa section est circulaire et son diamètre est de 2 à 6 cm, mais ces mesures varient suivant l'âge et par conséquent, suivant les dimensions du tubercule. Ce pétiole est vert, plus clair et légèrement teinté de rose à sa partie supérieure avec des tâches vert foncé, de contour irrégulier, quelquefois cernées de brun, plus ou moins denses et confluentes.

L'extrémité distale du pétiole se divise en 3, chaque ramification correspondant à un segment. Il y a ainsi un segment impair et 2 autres pairs et symétriques. Chacun a environ 55 cm de longueur, mais à cause de leur inclinaison sur le pétiole, l'ensemble de la feuille n'a guère que 90 cm de diamètre.

Les segments se resubdivisent en lobes peu nombreux, eux-mêmes incisés en lobules plus ou moins irrégulièrement alternes de part et d'autres des nervures, qui sont, ainsi qu'à l'ordinaire, saillantes à la face inférieure, déprimées à la face supérieure, et bordées d'un peu de limbe (21).

Figure n° 1 : La feuille d'*Amorphophallus rivieri* Durieu variété

Konjac Engler (21)

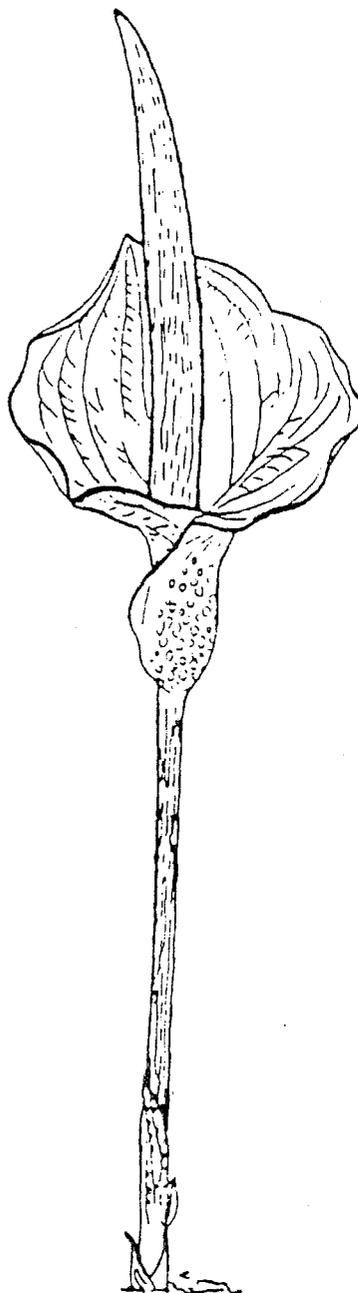


b. **L'inflorescence** (figure n° 2)

L'inflorescence apparaît quand le tubercule atteint sa 5e ou 6e année. Le bourgeon printanier donne alors, au lieu d'une feuille, le pédoncule floral, haut environ de 30 cm. Il est lui aussi, d'un vert plus ou moins clair, avec des tâches d'un vert brunâtre, quelque fois cernées de brun.

La base du pédoncule est entourée d'écailles brun clair. Son sommet porte une spathe d'un noir violacé, taché de vert. Celle-ci est roulée en cornet, longue de 15 à 18 cm. Elle a 6 cm de diamètre dans sa partie tubulaire, 12 cm à son extrémité et présente 15 nervures longitudinales reliées par des nervures transversales, moins apparentes. Au centre de la spathe et prolongeant la pédoncule floral, se trouve le spadice.

Figure n° 2 : L'*Amorphophallus rivieri* Durieu variété Konjac Engler fleuri (21)



Le spadice est long de 21 à 24 cm. Les pistils, jaune clair, forment à sa partie inférieure une ceinture haute de 3 à 6 cm. Au-dessus, les étamines couvrent une région de 5 à 9 cm de longueur. L'extrémité supérieure du spadice est stérile et d'un violet sombre.

Au niveau de l'androcée : Les étamines sont petites, brun clair, serrées les unes contre les autres. Les anthères sont sessiles, généralement à 2 loges, quelquefois réduites à 1 seule. Leur forme est elliptique allongée. Leur déhiscence est poricide, apicale.

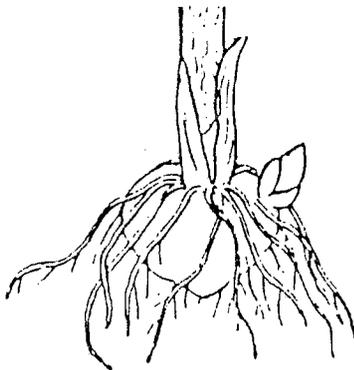
Au niveau du gynécée : L'ovaire est sphérique, composée de 2 ou 3 carpelles formant autant de loges distinctes. Le style est court, mais bien visible. Il porte un stigmate capité. Chaque carpelle renferme un seul ovule ; chaque ovaire devient une baie de couleur jaunâtre et qui devient rouge à maturité. (23)

c. Le tubercule (figure N° 3)

La partie souterraine de la plante est constituée par un tubercule ellipsoïde.

Figure n° 3 : Le tubercule d'*Amorphophallus rivieri* Durieu variété Konjac

Engler (21)



- Chaque année, au printemps, lorsque ce tubercule entre en végétation, il donne à la base de sa pousse un tubercule nouveau qui produit aussitôt une gaine et un pétiole vers le haut et des racines vers le bas. A mesure que les feuilles se développent et que la nutrition se fait mieux, le nouveau tubercule grossit, tandis que l'ancien diminue et finalement disparaît. La plante évolue ainsi pendant 5 ans et fleurit la 6ème année. A la floraison, il ne se produit pas de tubercule secondaire.

- Dans le courant de l'été, les racines se développent jusqu'à atteindre 90 cm de longueur. Elles sont nombreuses au niveau de la partie supérieure du tubercule, moins abondantes dans sa partie moyenne et totalement absentes dans sa partie inférieure. En même

temps, et jusqu'à la chute des feuilles, se développent 5 à 10 rameaux souterrains horizontaux. Ils sont situés vers le haut du tubercule, au centre des zones de bourgeonnement. Ces rameaux, dont la longueur atteint 20 cm, se renflent à leur extrémité en autant de tubercules, produisant chacun à son tour une tige aérienne comme la souche principale (24). Ainsi, 1 tubercule donne naissance autour de lui, à 5 à 10 autres tubercules.

- A l'automne, la feuille tombe, laissant apparaître au sommet du tubercule, une cicatrice et au centre, un bourgeon terminal, destiné à évoluer l'année suivante.

4. CULTURE ET RECOLTE

La culture du KONJAC est une des plus simples et des plus économiques. Cette plante est capable de se développer sur les terrains les plus arides et les moins irrigués, là où les cultures de céréales ne se font pas (24). Néanmoins, la culture réussit encore mieux dans de meilleures conditions ; un climat doux, plutôt chaud est favorable. La pluie est avantageuse à condition que l'eau ne séjourne pas sur le terrain : un sol léger et poreux est préférable (21).

En fait, le KONJAC, comme toutes les plantes de la famille des Aracées, aime les lieux humides et ombragés. Et si les Japonais plantent le KONJAC en mauvaises terres, c'est uniquement pour utiliser un sol impropre à toute autre culture et c'est ce qui fait qu'on ne le cultive guère que dans les districts montagneux. En effet, partout où dans les plaines et dans les vallées, le sol est de meilleure qualité ou irrigable, il est toujours consacré à la culture de céréales et surtout à celle du riz qui est de loin, la plus importante pour les populations japonaises (24).

a. Préparation de la semence

Deux procédés sont utilisés : (21)

1er procédé :

On plante, dans le champ à ensemercer, des tubercules de 3 ou 4 ans, et on les arrache au bout d'un an, pour la consommation, en laissant en place les jeunes tubercules formés à leurs dépens.

2ème procédé :

Chaque plante de KONJAC fournit, à chaque récolte, 5 à 10 jeunes tubercules de différentes grosseurs. Ces derniers constituent la semence, appelée NUKAGO.

Les plus petits d'entre-eux sont rejetés, car ils se développent mal. On ne garde que ceux qui ont au moins la dimension d'une fève.

Les NUKAGO sont alors mis en pépinières, puis replantés l'année d'après. En principe, on ne replante que des tubercules de forme régulière et sans blessure.

b. Plantation

Elle se fait au mois d'avril et nécessite 20 kg de semence à l'are (21).

La terre est assez profondément labourée avec un premier engrais, ou engrais principal. Les tubercules sont enfouis à 10 à 15 cm de profondeur. En général, on trace des sillons espacés de 60 cm, dans lesquels les tubercules sont plantés à 35 cm les uns des autres. Après le semis, on recouvre le champ d'herbe fauchée ou de paille, pour éviter la dessiccation du sol et favoriser le développement des bulbes.

Pendant les 3 ou 4 mois qui suivent le semis, on donne 1 fois par mois, un deuxième engrais ou engrais secondaire ; pour cela, la couverture d'herbe est enlevée, le fumier épandu, puis on remet la couverture qui restera en place jusqu'à la récolte.

c. Les engrais

L'engrais principal est obtenu en amassant des débris végétaux qu'on laisse pourrir. On utilise aussi les tourteaux de soja, les vidanges ou les engrais chimiques (superphosphates).

L'engrais secondaire est constitué par des vidanges étendues d'eau, distribuées en arrosage.

Pourtant, en 1877, le Dr Vidal a vu pratiquer les cultures sans le moindre engrais et sans arrosage (24). Mais ensuite, on a essayé d'optimiser les récoltes avec des engrais et surtout les superphosphates qui aident au développement des tubercules.

d. Récolte

Elle a lieu, chaque année, vers mi-octobre (Cette date varie cependant selon les régions).

Elle ne présente aucun procédé digne d'être mentionné. On se contente de déterrer les tubercules dans l'année qui précède leur floraison, exactement comme s'il s'agissait de pommes de terres, de patates douces (24) en évitant tout de même de les blesser, car tout tubercule blessé pourrit et contamine les tubercules voisins.

On pourrait croire qu'après une première récolte de KONJAC, il est nécessaire de faire une nouvelle plantation pour en obtenir une deuxième. Mais les Japonais ne se donnent pas temps de peine, car au moment de l'arrachage, ils négligent volontairement quelques tubercules, qui produisent, l'année d'après, une récolte normale (24).

e. Conservation

Les tubercules déterrés sont donc de 2 sortes (21) :

- les petits ou "Nugako" sont conservés comme semence
- les gros ou "konnyaku-imo" sont consommés.

• Les tubercules de semence sont d'abord exposés à l'air pendant 2 à 3 jours pour les sécher, puis conservés à l'abri du froid et de l'humidité pour éviter qu'ils ne gèlent ou ne pourrissent.

Ils sont ensuite remis en terre le printemps suivant. Ils seront ainsi replantés une 2ème et une 3ème fois, avant que l'on obtienne les tubercules matures destinés à l'alimentation.

- Les tubercules consommés sont donc les tubercules de 3 à 5 ans d'âge.

Ils sont séchés pendant 3 ou 4 jours au soleil, puis conservés en sacs dans un endroit sec.

5. FABRICATION DE LA FARINE

Le tubercule de KONJAC fut d'abord utilisé tel qu'il s'offrait après la récolte, mais sa conservation étant difficile, on l'emploie désormais plus volontiers sous la forme d'une farine, fabriquée selon un procédé bien particulier qui date déjà de deux siècles.

Ce procédé est le suivant (21) :

Le tubercule est lavé puis débarrassé de son épiderme avec une spatule de bambou, puis débité avec un rabot en tranches épaisses d'environ 1/2 cm.

On enfile ensuite ces tranches, espacées de 2 à 3 cm, sur des broches en bambou longues de 60 à 90 cm que l'on expose au soleil pendant environ 1 semaine.

Les morceaux de tubercules desséchés ainsi obtenus, sont alors concassés en fragments appelés l'ARAKO, égaux à environ un quart du morceau primitif.

La farine de KONJAC ou KONAKO est obtenue en pulvérisant l'ARAKO dans un mortier spécial, actionné par un moulin à eau.

Des déchets de toutes sortes (vaisseaux, fibres) sont éliminés et forment une poudre grossière, utilisée comme engrais.

La farine ainsi obtenue a l'aspect d'une poudre grisâtre à grains grossiers, souvent mêlés à de minuscules débris ligneux.

Et c'est cette farine qui représente la drogue sèche, encore utilisée de nos jours.

Nous allons donc à présent étudier la composition chimique du KONJAC et plus particulièrement de la farine de KONJAC.

III. Composition chimique du tubercule de KONJAC

Jusqu'à présent, la composition chimique d'*Amorphophallus rivieri* Durieu variété Konjac n'a pas fait l'objet d'études exhaustives.

Toutefois on a pu déterminer que les feuilles contiennent une petite quantité d'amidon, un alcaloïde qui ressemble à la conicine, beaucoup de mannanes et que le pédoncule floral contient du mannose et un peu de dextrose et de levulose (5).

Mais, comme nous l'avons vu auparavant, la plante est cultivée pour son tubercule dont nous allons étudier plus précisément la composition.

A. COMPOSITION GENERALE DU TUBERCULE

La répartition en éléments essentiels a été déterminée à la fois dans le tubercule entier et dans la farine. (21) Figure n°4

	Tubercule Droque fraîche pour 100g	Farine Droque sèche pour 100 g
• Eau	91,67 g	17,17 g
• Graisses	0,08 g	0,63 g
• Hydrates de Carbone	6,47 g	68,20 g
• Fibres	0,3 g	2,3 g
• Cendres	0,36 g	4,58 g

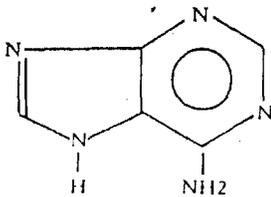
Figure n°4 : Composition générale du tubercule et de la farine de KONJAC (21)

Il est à noter aussi la présence de composés azotés divers, comme des protéines. (28).

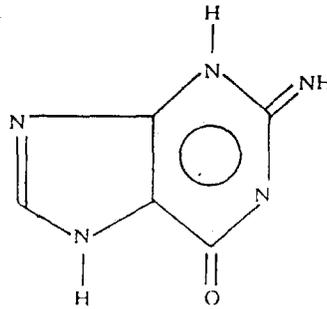
B. LES CONSTITUANTS CONNUS (28)

• NUCLEOTIDES :

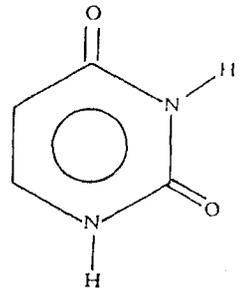
Adénine



Guanine



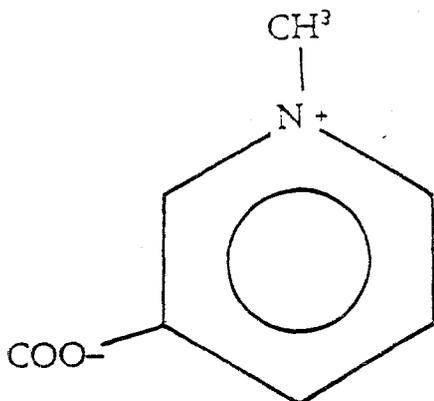
Uracile



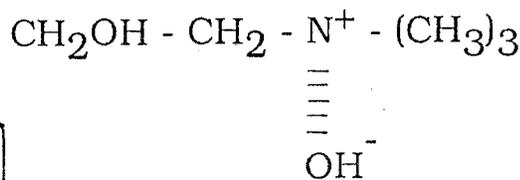
Ces nucléotides peuvent être rencontrés soit sous forme d'AMP, ADP, ATP, UTP ou GTP, soit associés au glucose ou au mannose pour participer à la synthèse du glucomannane. Ainsi, ADP-glucose, UDP-glucose et GDP-mannose sont extraits de la farine de KONJAC puis identifiés par chromatographie sur papier (22).

• DERIVES AZOTES :

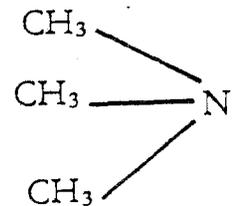
Trigonelline



Choline



Triméthylamine



Ces 3 substances font aussi partie de la composition du tubercule comme le rapporte HSU H.Y et ses collaborateurs dans leur guide concis de matériel médical oriental (9).

- SELS MINERAUX : Calcium - Phosphore - Sodium
- SUCRES SIMPLES : Glucose - Mannose
- CONSTITUANT CHIMIQUE MAJEUR : le GLUCOMANNANE

Les hydrates de carbone présents dans le tubercule au moment de la récolte et par conséquent aussi dans la farine où ils représentent le constituant majeur, sont appelés GLUCOMANNANES.

Ce sont des polyanhydrides gluants et cellulosesimorphes qui dérivent du glucose et du mannose et dont nous allons étudier plus précisément les modes d'extraction et de purification, la structure, les méthodes d'identification, de dosage et les propriétés physico-chimiques.

C. UN CONSTITUANT PARTICULIER DU KONJAC : LE GLUCOMANNANE (KGM)

1. EXTRACTION ET PURIFICATION

La matière première utilisée est toujours la farine où le glucomannane est fortement concentré.

A partir de cette farine, on peut décrire 3 méthodes d'extraction puis de purification du KGM :

a. Méthode d'Ohtsuki (33)

Elle consiste à extraire le KGM à partir d'une solution colloïdale de farine de KONJAC par précipitation successive avec de l'éthanol.

b. Méthode de Nishida "via the copper complexe" (32)

20 grammes de farine de KONJAC sont dissouts dans 2 litres de Na OH à 10 %. A cette solution est ajouté, en remuant, 450 ml de liqueur de Fehling B puis 450 ml de liqueur de Fehling A.

On forme ainsi un complexe de cuivre avec le KGM. Ce complexe précipite puis est séparé par centrifugation.

Ensuite, le polysaccharide est régénéré du complexe par addition de HCl dilué et les dernières traces de cuivre sont éliminées par l'EDTA.

Le KGM est à nouveau centrifugé, puis trituré avec un mélange méthanol-HCl concentré, centrifugé une troisième fois puis lavé successivement avec de l'éthanol absolu, de l'éther et un mélange d'éther de pétrole.

On obtient 17,2 g d'une poudre blanche granuleuse : le KGM.

c. Méthode de Sugiyama (33)

Par ces 2 premières méthodes, la structure de la molécule souffre d'une sorte de dénaturation et ses propriétés intrinsèques sont détruites.

La méthode de Sugiyama est composée d'une extraction, puis une purification par dialyse et lyophilisation qui garde les propriétés intrinsèques du KGM.

La procédure est la suivante :

1er temps

10 grammes de farine de KONJAC commercialisée sont extraits avec 3 x 50 ml d'éthanol à température ambiante pendant 3 jours.

Après extraction et filtration, 50 ml d'éthanol sont ajoutés à la farine résiduelle. Cette solution est ensuite collectée et desséchée à 80-90°C pour former 7,8 g de farine, apparemment similaire à la farine de départ.

2ème temps

A 100 ml d'eau sont ajoutées, petit à petit, et en remuant, 4,10 g de cette nouvelle farine à température ambiante.

L'agitation est continue pendant 2 à 3 heures jusqu'à ce que le mannane soit complètement dissout.

La solution colloïdale ainsi obtenue est centrifugée à 15000 tours/min pendant 30 mn pour éliminer les substances insolubles.

Le liquide supernageant, incolore et transparent, est dialysé pendant 72 heures à 9-10°C à

travers une membrane de cellulose (VISKING) contre de l'eau distillée.

En dernier lieu, cette solution est lyophilisée.

On obtient alors 3,54 g de produit purifié, poudre granuleuse blanche qui est utilisée pour les différentes études réalisées sur le KGM :

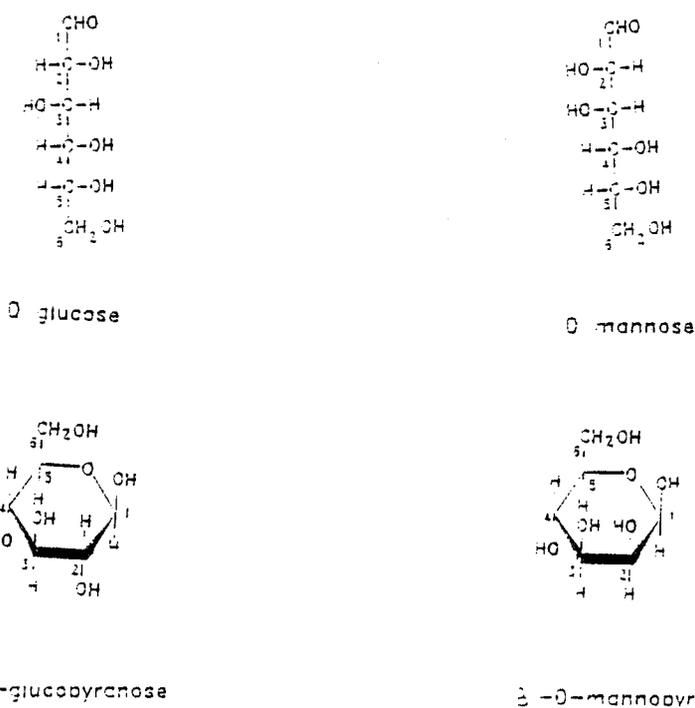
- étude de la structure chimique
- méthode d'identification
- méthode de dosage
- étude des propriétés physico-chimiques.

2. STRUCTURE DU KGM

Le KGM est un polymère de glucose et mannose, dont la structure a pu être déterminée après de nombreuses expériences.

- L'hydrolyse acide totale et la chromatographie sur papier permettent de déterminer que le D-glucose et le D-mannose sont les constituants uniques de ce polysaccharide. (11) (Figure n°5).

Figure n°5 : Unités constituants le KGM



L'évaluation quantitative du D-mannose et du D-glucose contenus dans l'hydrolysate indique que le rapport moléculaire $\frac{\text{D-mannose}}{\text{D-glucose}} = 1,6$ c'est à dire qu'il y a 1,6 fois plus de D-mannose que de D-glucose dans la molécule (11).

- L'oxydation périodique et la dégradation de Smith montrent que le KGM est constitué d'une chaîne principale formée uniquement d'une liaison β 1-4 des 2 sucres simples et que l'unité répétitive du KGM est constituée par la succession linéaire de 13 hexoses (32).

- La séquence exacte de cette chaîne principale a pu être déterminée par des hydrolyses contrôlées du polysaccharide, suivies de l'isolement et de la caractérisation des différents mono et oligosaccharides obtenus.

- Ainsi, l'hydrolyse acide partielle du KGM suivie d'un fractionnement de l'hydrolysate par chromatographie sur colonne a permis d'isoler 8 oligosaccharides dont le cellobiose ($40\beta\text{D}$ glucopyranosyl D-glucose) et un trisaccharide contenant une unité cellobiose : ($0\beta\text{D}$ glucopyranosyl (1 \rightarrow 4) 0β D-glycopyranosyl (1 \rightarrow 4) D-mannose) qui sont identifiés par chromatographie sur papier.

Ceci indique donc la présence d'unité cellobiose dans la chaîne principale du polysaccharide (11).

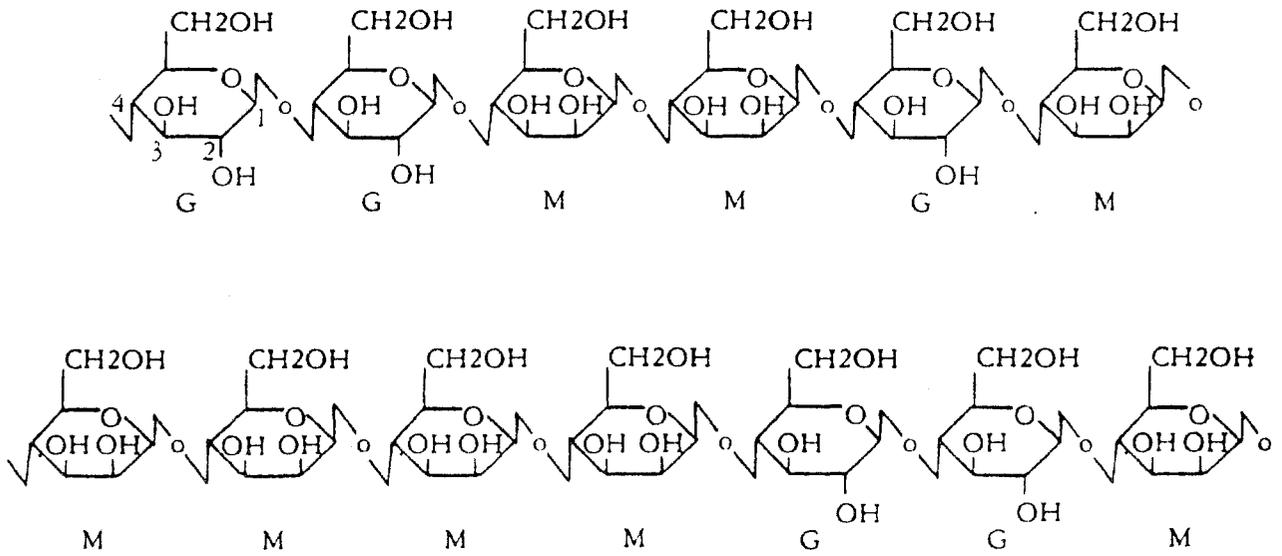
- L'examen des oligosaccharides obtenus par hydrolyse enzymatique donne de nouvelles informations structurales.

Puisque le KGM contient dans sa chaîne principale les mêmes liaisons β 1-4 que la cellulose, des expériences d'hydrolyses par la cellulase sont effectuées.

Ceci a permis d'isoler et d'identifier par chromatographie sur papier un pentasaccharide : le mannotetraosyl glucose (Mannose-Mannose-Mannose-Mannose-Glucose), qui fait donc aussi partie de l'unité répétitive du KGM (13).

- La structure exacte de la chaîne principale a été déterminée en 1975 par H. Shimahara et correspond à l'enchaînement représenté sur la figure n° 6 (31).

Figure n°6 : Structure de la chaîne linéaire principale du KGM (31)



G : GLUCOSE

M : MANNOSE

- Présence d'une ramification :

La chaîne principale du KGM est donc constituée par la succession linéaire de 13 hexoses (glucose et mannose). Toutefois, la persistance d'une faible quantité de D-glucose et de D-mannose après oxydation périodique et la présence de glycérol après la réaction de dégradation de Smith, suggèrent la présence d'une structure ramifiée avec des molécules de D-mannose et de D-glucose liées en C3 sur la chaîne principale (19).

Il faut noter également que le traitement alcalin que subit traditionnellement le tubercule pour le rendre consommable provoque l'hydrolyse de cette liaison en C3 qui est plus fragile que la liaison β 1-4, ce qui explique que l'on ne retrouve que la chaîne linéaire dans l'analyse de la farine de KONJAC ou du KGM purifié (28).

Le KGM est donc un polysaccharide constitué uniquement par 2 hexoses de base : le D-glucose et le D-mannose, liés entre eux par une liaison β 1-4, que les enzymes digestives humaines ne sont pas susceptibles de détruire.

Ainsi, le KGM n'apporte que très peu de calories à l'organisme.

3. IDENTIFICATION DU KGM

La méthode la plus employée pour identifier le KGM est la spectrométrie Infra-Rouge (I.R.).

Le spectre I.R d'une molécule correspond à l'empreinte digitale de cette molécule.

Le spectre d'absorption I.R. du KGM montre 2 pics d'absorption caractéristiques à 810 cm^{-1} et 870 cm^{-1} , qui ne sont pas observés pour d'autres polysaccharides comme la cellulose, par exemple (12).

Ces 2 pics correspondent aux structures β glucosidiques et β mannosidiques du KGM.

4. DOSAGE DE KGM (19)

Le dosage du KGM se fait par chromatographie en phase gazeuse dont le principe fait appel au phénomène de partage. La colonne chromatographique est composée de 2 parties :

- une phase mobile qui est le gaz
- une phase stationnaire qui est une phase liquide.

Le soluté à analyser doit être introduit sous forme gazeuse en tête de colonne. Il est poussé par le gaz mobile et parcourt la colonne dans un temps plus ou moins long. A l'autre extrémité de la

colonne, on récupère sa sortie grâce à un détecteur qui permet de suivre, en continu, le développement du chromatogramme.

Pour ce dosage, le glucomannane est tout d'abord isolé de la farine de KONJAC par la méthode de Sugiyama décrite auparavant.

Le KGM subit alors une hydrolyse acide totale avec H_2SO_4 2N.

L'hydrolysate obtenu contient donc une certaine quantité de D-mannose et de D-glucose. Cet hydrolysate est réduit en sucre-alcool par addition de borohydrure de sodium et la solution est laissée reposer une nuit entière à température ambiante. L'excès de borohydrure de sodium est détruit par addition d'acide acétique et la solution est passée à travers une colonne Dowex-50 (H+) pour éliminer les ions Na^+ .

Après récupération de l'effluent, l'excès de borate est éliminé par formation de méthylborate après addition de méthanol absolu. La solution est alors évaporée jusqu'à dessiccation.

Cette procédure est répétée 2 fois.

Les sucres-alcool purs ainsi obtenus sont ensuite trifluoroacétylés par addition d'acétate d'éthyle et d'anhydride trifluoroacétique.

Cette solution est mise au repos environ 30 minutes à température ambiante.

Une aliquote est injectée dans la chambre d'injection chauffée à $140^\circ C$. Le gaz vecteur utilisé est l'hélium dont le débit est de 60 ml/mn. La détection se fait par ionisation de flamme. La proportion de chaque sucre est déterminée par la mesure de l'aire relative du pic obtenu sur l'aire d'un étalon interne, un dérivé trifluoroacétylé du 2-desoxy-D-glucose. (19)

On peut donc, à partir de ce dosage, déterminer la quantité de glucomannane présente dans la farine de KONJAC.

Ce dosage est très important car cette quantité dépend de la farine de KONJAC utilisée.

Les laboratoires, qui commercialisent cette farine de KONJAC, prétendent qu'elle contient entre 75 et 80 % de KGM.

Or, seule la farine obtenue à partir des tubercules de 4ème année peut laisser espérer un taux de

KGM égal à 80 %. Toutes les falsifications consistent à utiliser les tubercules de 3ème ou de 2ème année ou des mélanges de ceux-ci, le prix de revient étant bien évidemment inférieur.

5. PROPRIETES PHYSICOCHEMISTIQUES DU KGM

a. Poids moléculaire et dimension

- Le poids moléculaire du KGM est déterminé par la méthode de diffusion de la lumière.

Ce poids moléculaire varie selon la tubercule utilisé, mais il est en moyenne de $1,2 \cdot 10^6$ (35).

- Dimension de la molécule de KGM : 1,3 Å (28).

b. Réactions colorées (21)

- Le KGM est coloré par l'éosine et par la liqueur de Fehling.

• Cette liqueur de Fehling n'est pas réduite par le KGM, qui par contre réduit le nitrate d'argent (phénomène du miroir d'argent).

• Le KGM n'est pas dissout par la liqueur cupro-ammoniacale, qui le colore simplement en bleu-clair.

- Le chlorure de zinc et l'acide sulfurique sont pratiquement sans action.

c. Solubilité (28)

- Dans l'eau :

Le KGM est un polysaccharide qui forme avec l'eau une solution visqueuse transparente, qui se solidifie à température ambiante pour donner un gel de très haute densité après quelques heures.

Les molécules d'eau sont absorbées dans la chaîne polysaccharidique provoquant un gonflement des particules jusqu'à 100 fois le volume du glucomannane non hydraté.

C'est par ce même processus que les petites molécules alimentaires comme les lipides, le

cholestérol ou les sucres peuvent être absorbées par le KGM au cours du transit intestinal et ainsi être éliminées, au moins pour une partie.

- En milieu alcalin

Le KGM est insoluble dans tous les alcalins en général.

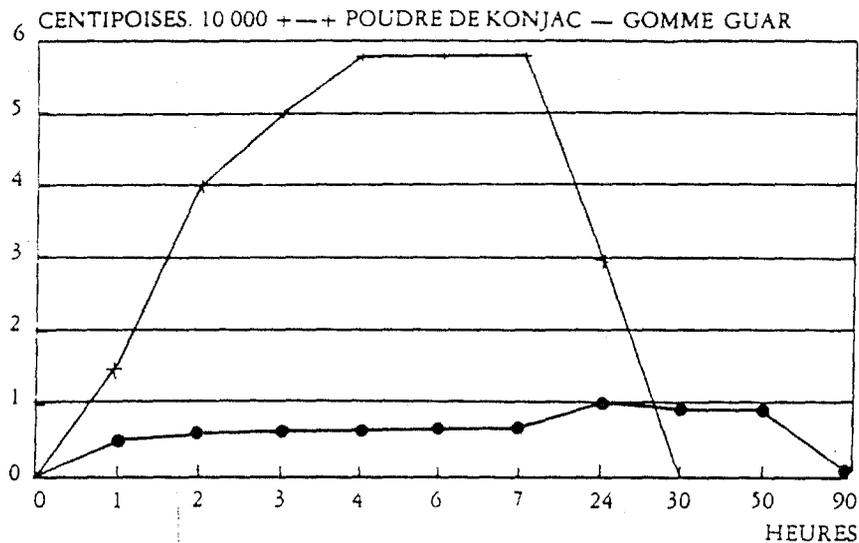
- Dans les solvants organiques

Le KGM est insoluble dans les solvants organiques en général.

d. Viscosité du KGM en solution aqueuse

La viscosité à 25°C d'une solution aqueuse à 1 % de poudre de KONJAC peut atteindre 50 000 centipoises (cps), après 4 heures, alors que cette viscosité pour la gomme guar ne dépasse pas 10 000 cps. (Figure n° 7) (28).

Figure n° 7 : Viscosité d'une solution aqueuse à 1 % de poudre de KONJAC et de gomme guar en fonction du temps (28)



Pendant les premières heures, cette viscosité n'est pas très élevée, puis dès 3 heures, elle devient très importante (40 000 à 50 000 cps), cette période correspondant à l'entrée du bol alimentaire dans le petit intestin.

Cette viscosité se montre donc très supérieure à celle des gels formés par d'autres polysaccharides non assimilables : la gomme guar comme nous venons de le voir, mais aussi, la gomme de Karaya ou le carboxyméthylcellulose, (4) ce qui est intéressant dans une perspective de réduction pondérale en tant que facteur de ralentissement ou de diminution de l'absorption des nutriments caloriques.

e. **Volume de gélification** (4)

Le volume de gélification correspond à l'augmentation de volume après hydratation.

Parmi les 4 polysaccharides non assimilables étudiés (carboxyméthylcellulose, glucomannane, gomme guar et gomme de Karaya), c'est le gel de KGM qui atteint le volume de gélification le plus important (4).

Cette propriété du KGM est intéressante par rapport à l'un des effets que l'on attend de ce type de substance, le KGM étant ainsi appelé à occuper le plus grand volume gastrique dès les premiers stades de la digestion et par la suite, à procurer la plus grande sensation de satiété. Cet avantage volumique se retrouve au niveau intestinal sous forme d'une régulation du transit.

f. **Propriétés rhéologiques** (4)

L'étude d'écoulement calibré des différents gels obtenus avec les 4 mêmes polysaccharides fait apparaître des résultats très différents entre le gel de KGM et les autres gels, comme on le voit sur le tableau suivant. (Figure n° 8).

Figure n° 8 : Rhéologies comparées de 4 polysaccharides (4)

Produits Etudiés	Latence d'écoulement	Durée d'écoulement
Glucomannane	2 min - 20 sec	2 heures - 24 min
Gomme Guar	0	6 sec
Gomme de Karaya	0	2 min - 20 sec
Carboxyméthylcellulose	0	3 sec

Alors que la latence d'écoulement est nulle pour les 3 autres gels, le gel de KGM ne commence à s'écouler qu'après 2 min, et sa durée d'écoulement, pour 10 ml seulement, est proche de 2 heures et demie, soit plus de 60 fois celle de la gomme de Karaya.

Ces résultats rhéologiques confirment ceux de la viscosité et permettent d'escompter un séjour digestif du gel de KGM suffisamment durable pour accroître significativement la satiété et, surtout, réduire et ralentir l'absorption digestive des nutriments caloriques.

g. Variabilité de ces propriétés physico-chimiques

La qualité de la farine de KONJAC produite à partir des tubercules d'*Amorphophallus rivieri* Durieu variété Konjac Engler est connue pour être totalement différente suivant le mode de préparation ou de purification, mais aussi suivant la "variété" de Konnyaku cultivée et suivant le terrain utilisé.

Ainsi, les propriétés de KGM diffèrent, essentiellement par modification de son poids moléculaire et de sa configuration.

g.1 Modification avec le mode de préparation de la farine

Par la méthode traditionnelle, les tubercules sont desséchés au soleil.

N. Sugiyama et ses collaborateurs ont montré qu'il existe une dégradation du KGM par cette méthode de dessiccation, due à un phénomène d'autolyse du polysaccharide et/ou sous l'action des bactéries (35).

g.2 Modification suivant le mode de purification

Suivant la technique de purification du polysaccharide, les propriétés physiques du gel différent, du fait de la modification du poids moléculaire et de la dimension du KGM.

Ce serait la méthode de Sugiyama (33) qui garderait le mieux les propriétés de la molécule.

g.3 Modification avec la "variété" cultivée

La qualité du KONJAC varie avec la "variété" cultivée. Cette variation a été mise en évidence en produisant dans la même région, trois variétés de KONJAC (35). Ces 3 variétés sont les suivantes :

- ZAIRAI-SHU : variété traditionnelle du Japon
- SHINA-SHU : variété chinoise
- BICCHU-SHU : autre variété

Les gels aqueux formés à partir de ces variétés sont connus pour avoir des viscosités tout à fait différentes. (Figure n° 9).

La détermination des poids moléculaires des KGM de ces variétés a montré des résultats allant du simple au double. La dimension de la molécule diffère aussi d'une "variété" à l'autre.

**Figure n° 9 : Modification du PM et de la dimension du KGM
en fonction de la variété utilisée**

Variété	PM	Dimension
ZAIRAI-SHU	1,12. 10 ⁶	1,29 Å
SHINA-SHU	1,9 10 ⁶	2,33 Å
BICCHU-SHU	0,676 10 ⁶	1,65Å

Comme nous le voyons sur le tableau ci-dessus, c'est la variété chinoise dont la dimension est la plus grande, qui forme un gel plus cassant et donc plus facile à briser.

Mais paradoxalement, ce n'est pas cette variété qui a la meilleure qualité de gel.

Cette qualité de gel est meilleure avec la variété traditionnelle japonaise. En effet, il est vrai que plus le poids moléculaire est élevé, plus la viscosité est importante, mais il faut aussi que la distribution du poids moléculaire des différents KGM soit homogène. Ce n'est pas le cas avec la variété chinoise (35).

g.4 Modification avec le terrain

Selon la région, la qualité du terrain et les conditions climatiques sont différentes. Ces différences ont une influence sur le poids moléculaire du KGM.

Ceci a été démontré en cultivant la même variété de KONJAC, la variété ZAIRAI-SHU traditionnellement cultivée au Japon sur différents terrains.

Les poids moléculaires, déterminés par la méthode de diffusion de la lumière, varient de 0,84 10⁶ à 1,18 10⁶ (35).

La viscosité des gels varie parallèlement à l'augmentation du poids moléculaire.

Remarque :

La zone de culture intervient également sur le poids des tubercules.

Selon les régions, il faut jusqu'à deux fois plus de temps pour obtenir des tubercules de grosseur comparable.

Après avoir étudié les méthodes d'extraction, de purification, puis la structure, l'identification, le dosage et les propriétés physico-chimiques du KGM, nous allons analyser le mécanisme de biosynthèse et de dégradation du glucomannane au niveau du tubercule de KONJAC.

6. BIOSYNTHESE ET CATABOLISME DU KGM**a. Formation du KGM**

- Au niveau du tubercule, le KGM se forme dans des cellules spéciales de forme polyédrique, qui s'hypertrophient et se déforment rapidement.

Au début de leur évolution, ces cellules sont remplies d'amidon qui sera progressivement transformé en KGM (21).

- Mais d'où proviennent exactement le D-glucose et le D-mannose du KGM ?

Comme nous l'avons vu auparavant, 3 nucléotides-oses principaux sont mis en évidence dans le tubercule de KONJAC (22) :

- le GDP-mannose (Guanine-diphosphomannose)
- l'UDP-glucose (Uridine-diphosphoglucose)
- l'ADP-glucose (Adénosine-diphosphoglucose)

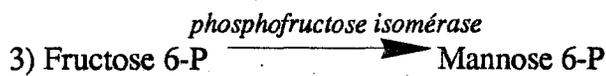
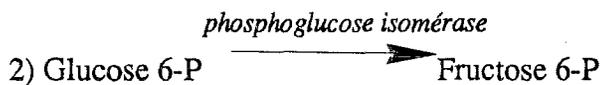
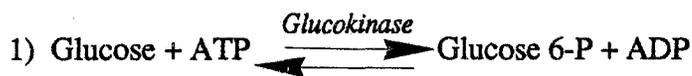
De ces 3 différents nucléotides-oses, l'UDP-glucose est le plus abondant alors que l'ADP-glucose se trouve en très petite quantité.

C'est le GDP-mannose qui est le donneur de mannose dans la synthèse du KGM et l'UDP-glucose qui est le donneur de glucose (22).

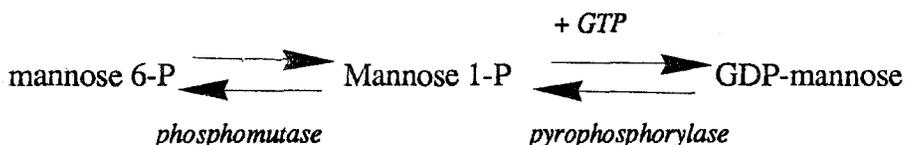
Le D-Glucose provient donc de l'UDP-glucose, formé à partir de la dépolymérisation de l'amidon.

L'origine du D-mannose a été étudié beaucoup plus précisément.

L'isolement récent d'une phospho fructose isomérase active dans les tubercules de KONJAC fait supposer que le mannose 6-P qui est à l'origine du GDP-mannose, est issu du glucose 6-P par les réactions suivantes : (4)



4) Puis le mannose 6-P est transformé en mannose 1-P, qui réagit avec le GTP pour donner du GDP-mannose par action de la pyrophosphorylase : (22)



b. Dégradation du KGM

Le KGM présent dans les tubercules est biosynthétisé pendant la germination et la maturation de la plante pour nourrir les nouvelles tiges, les feuilles et les jeunes tubercules qui grandissent par la suite sans supplément de nourriture des tubercules parents. Il a été alors suggéré que le KGM des tubercules parents de KONJAC est transporté aux tubercules jeunes

après conversion en forme soluble, certainement en mono. ou oligosaccharides, grâce à des enzymes spécifiques : les mannanases.

Grâce à ses suppositions, N. Sugiyama et ses collaborateurs ont réussi à extraire des tubercules de KONJAC une préparation d'enzymes qui a ensuite été purifiée par chromatographie sur colonne avec DEAE-cellulose puis filtrée sur gel type Sephadex G.100 (34).

Ils ont obtenu une préparation d'enzymes montrant uniquement une activité mannanase.

Les propriétés de cette mannanase sont déterminées : (34)

- la mannanase purifiée est plus active à pH = 4,7 et est considérablement stable à pH entre 4 et 8.

- la température optimale d'action est environ de 40°C et 1 minute à 80°C dénature totalement l'enzyme.

- la constante de Mickaelis (K_m) de l'enzyme est :

$$K_m = 7,14 \cdot 10^{-2} (\%)$$

$$\text{et } V_{\max} : 23,8 \cdot 10^{-3} \text{ JOD } 500 \text{ nm.}$$

pour la mannanose de $PM = 112 \cdot 10^4$ et de dimension = 1,3 Å

- les points d'attaque de la mannanase au niveau du KGM sont définis (28). En effet, il existe une certaine régularité dans le choix des liaisons hydrolysées. Les liaisons les plus fréquemment hydrolysées sont indiquées sur le schéma suivant. (Figure n° 10).

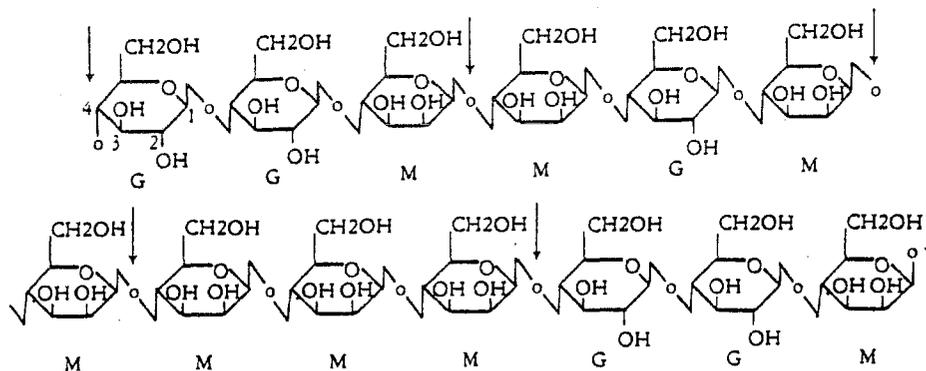


Figure n°10 : Points d'attaque de la mannanase (28)

En conclusion, on peut donc affirmer l'existence de cette mannanase au niveau du tubercule, qui dégrade le polysaccharide et permet ainsi de fournir les éléments nécessaires à la croissance du tubercule.

La farine de KONJAC est donc composée essentiellement d'un polysaccharide de haut poids moléculaire, formé de D-glucose et de D-mannose : le GLUCOMANNANE.

Il montre en présence d'eau des propriétés physicochimiques (volume de gélification et viscosité) qui le situent à un niveau exceptionnel par rapport aux gélifiants classiques.

Ce sont ces propriétés physicochimiques qui expliquent les propriétés pharmacologiques suivantes.

IV. Actions Pharmacologiques du KONJAC

Des études menées chez l'homme et l'animal montrent l'efficacité du KGM dans le contrôle du surpoids corporel, son action hypocholestérolémiante, sa capacité à limiter l'hyperglycémie post-prandiale chez le diabétique non insulino-dépendant, mais aussi son action sur le fibrinogène plasmatique, sur la constipation avec une action possible dans la prévention de l'apparition de cancer du côlon.

Les deux activités principales (amaigrissante et hypocholestérolémiante) sont souvent étudiées ensemble, lors des mêmes expérimentations.

A. ACTION DU CLUCOMANNANE DANS LA REDUCTION DU POIDS CORPOREL

1. EXPERIMENTATION ANIMALE

a. Conditions expérimentales

Les expériences sont faites sur des rats mâles, la nature de l'espèce variant d'une expérience à l'autre (15) (16) (17).

Dans tous les essais, il y a eu un groupe de rats témoins, alimentés avec un régime de base hypercholestérolémiant et un groupe de rats recevant, en plus de ce régime de base, 5 % de KONJAC (régime test).

Dans certains cas (15) (16), les résultats obtenus sont comparés avec un groupe de rats n'ayant pas reçu de régime hypercholestérolémiant (régime normal).

La composition de ces 3 types de régime est donnée dans le tableau ci-dessous. (Figure 11).

L'addition du KONJAC dans l'alimentation est faite seule (15) (16) (37) ou en association avec d'autres polysaccharides comme la cellulose (37).

L'activité du KONJAC est comparée à celle d'autres polysaccharides à savoir : Carboxyméthylcellulose, Pectine, acide alginique, agar-agar, cellulose (16).

Figure n°11 : Composition des 3 types de régimes utilisés pour déterminer l'action amaigrissante du KONJAC ou d'autres substances test (37)

Constituants	Régime normal (%)	Régime hyper cholestéro-lémiant (%)	Régime test (%)
• Caséine	20	20	20
• Huile végétale	5	5	5
• Mélange de sels minéraux	4	4	4
• Mélange de vitamines	1	1	1
• Amidon	70	68,75	63,75
• Cholestérol		1	1
• Sels biliaires		0,25	0,25
• KONJAC ou autres substances test			5

Selon les expériences, la poudre de KONJAC a subi des traitements différents (15). La poudre de KONJAC est ajoutée à l'alimentation des rats sous 4 formes :

- Poudre de KONJAC intacte, juste isolée des tubercules.
- Poudre de KONJAC autoclavée en solution aqueuse à 120°C pendant 30 minutes puis lyophilisée.
- Poudre de KONJAC hydrolysée par de l'HCl à chaud, puis neutralisée et lyophilisée.
- Poudre de KONJAC coagulée par un mélange d'oxyde de calcium et d'eau, la rendant insoluble dans l'eau, puis déminéralisée dans de l'eau bouillante et lyophilisée.

La comparaison des résultats obtenus dans les différents groupes de rats a permis d'établir les relations qui existent entre la forme du KONJAC utilisée et son activité.

b. Résultats

- Les rats ayant eu un complément alimentaire en poudre de KONJAC intacte, autoclavée ou coagulée mangent en moins grande quantité. Ils diminuent spontanément leur ration alimentaire, celle-ci étant illimitée dans toutes les expériences.

- Seuls, les rats ingérant de la poudre de KONJAC intacte ont un gain de poids moins important que celui du groupe témoin alimenté par le régime hypercholestérolémiant sans adjonction de substances polysaccharidiques (15).

- La comparaison avec d'autres substances telles que la cellulose permet de constater que la perte de poids est beaucoup plus significative avec le KONJAC (15) (16).

L'addition de cellulose au régime hypercholestérolémiant de base provoque une augmentation du gain de poids des rats.

En ajoutant en plus de la cellulose, 5 % du KONJAC, ce dernier tend à supprimer l'augmentation observée (37).

• La diminution du poids s'est surtout manifestée au niveau du tissu adipeux périrénal (37). Par contre, l'observation des poids de l'intestin grêle et du gros intestin a mis en évidence une augmentation de poids plus importante à ce niveau avec le KONJAC qu'avec la cellulose (37).

Cette augmentation est liée à l'allongement du temps de rétention du bol alimentaire dans l'intestin et à son volume beaucoup plus important.

Après ces études montrant l'efficacité du KONJAC et en particulier du glucomannane (le KONJAC hydrolysé n'a pas d'action) dans la réduction du poids corporel, d'autres études sont faites chez l'homme, afin de déterminer le rôle précis du glucomannane dans la perte de poids du patient obèse.

2. ETUDES CLINIQUES

Plusieurs études sont réalisées afin d'évaluer l'efficacité du glucomannane dans le traitement de l'excès de poids et en particulier de définir :

- son action en fonction de la dose absorbée
- sa capacité à apaiser la sensation de faim : effet coupe-faim
- son efficacité en fonction de l'association ou non à un régime hypocalorique.

a. Rapport dose-effet sur la perte de poids (8) :

L'étude de A. Giacosa et ses collaborateurs porte sur 34 patients obèses. L'action du glucomannane est étudiée contre placebo (amidon) sur 30 jours, à 2 doses différentes :

- 2 grammes par jour : 1 gramme (2 gélules à 500 mg) avant le déjeuner
1 gramme avant le dîner.
- 4 grammes par jour : 1 gramme avant le petit déjeuner
1,5 grammes avant le déjeuner
1,5 grammes avant le dîner

Dans tous les cas, les gélules sont prises 1 heure avant les repas, avec 150 ml d'eau.

Un régime diététique hypocalorique (20 Kcal/kg de poids) a été prescrit pour chaque patient, après analyse informatique des besoins (Protides 21 %; Lipides 28 %, Glucides 51 %).

Au bout de 30 jours, on observe une perte de poids sensiblement la même, que le patient prenne 2 g/jour de glucomannane ou de placebo. (Perte moyenne de $3,04 \pm 1,16$ kg avec le glucomannane et perte moyenne de $3,3 \pm 1,22$ kg avec placebo).

Par contre, l'analyse du comportement pondéral a montré une diminution significativement plus grande chez les patients traités avec 4 grammes par jour de glucomannane (perte de $4,94 \pm 0,05$ kg) par rapport aux témoins avec placebo (perte de $3,33 \pm 1,22$ kg).

En conclusion, on peut dire que la prise de 2 g/jour de glucomannane ne modifie pas de façon significative la perte de poids obtenue par l'association à un régime hypocalorique. Mais l'absorption de 4g/j de glucomanne garantit non seulement un effet significatif sur la perte de poids (effet à court terme), mais peut de plus théoriquement favoriser une réduction du risque de récurrence du surpoids grâce à son effet sur la sensation de faim. Cette dernière action est, à long terme, particulièrement importante car elle permet de surmonter un des problèmes majeurs et des plus frustrants de la gestion clinique du patient obèse, c'est à dire la facilité du retour du surpoids.

Cette capacité à apaiser la faim du glucomannane a donc également été étudiée dans cette même étude (8).

b. Effet "coupe-faim" du KGM

La sensation de satiété précoce (à la fin du repas) et de satiété tardive (dans la période post-prandiale) est évaluée par l'analyse des sensations individuelles exprimées à l'aide d'une échelle de 1 (sensation minimale) à 10 (sensation maximale).

Les résultats montrent que 2g/jour de glucomannane entraîne un meilleur contrôle de la sensation de satiété précoce par rapport au placebo, mais pas de variation significative en ce qui concerne la satiété tardive.

Pour le groupe traité avec 4g/jour de glucomannane, l'analyse de la sensation de satiété a montré un comportement significativement plus favorable par rapport au placebo, aussi bien pour la satiété précoce que pour la satiété tardive.

L'efficacité du glucomannane est donc en partie due à une augmentation de la sensation de satiété précoce et par une faible apparition de la sensation de faim entre les repas. Cela permet d'améliorer l'acceptation par le patient obèse de la réduction de l'apport calorique : le régime perd alors la connotation de "thérapie punitive" et comporte des aspects pédagogiques importants en matière alimentaire, en habituant le patient à une prise réduite de nourriture.

Une preuve supplémentaire de l'efficacité du glucomannane sur le contrôle du poids nécessiterait une évaluation de l'activité de la fibre en l'absence de variation des habitudes alimentaires et de l'activité physique. Ainsi, plusieurs études sont réalisées afin de déterminer la corrélation du glucomannane avec les régimes diététiques hypocaloriques.

c. Corrélation avec les régimes diététiques hypocaloriques

A ce propos sont rapportées dans la littérature des observations différentes ; David E. Walsh et ses collaborateurs (41) étudient les effets du glucomannane en double-insu contre placebo sur 2 groupes de patients présentant un surpoids supérieur ou égal à 50 % du poids théorique normal. Afin d'isoler les effets propres du produit, ils l'administrent pendant 8 semaines sans régime hypocalorique et en précisant bien aux patients qu'ils ne devaient pas modifier leurs habitudes alimentaires et physiques.

A la huitième semaine, les résultats montrent un différentiel pondéral de -3,2 kg entre le groupe glucomannane qui a perdu 2,5 kg en moyenne et le groupe placebo qui a gagné 0,7 kg en moyenne.

Mais l'effet positif constaté dans cette étude n'a pas été mis en évidence par d'autres chercheurs (8) (10).

La divergence des résultats obtenus est certainement attribuable à la diversité des patients étudiés et aux méthodologies expérimentales adoptées.

L'expérience de A. Giacova (8) indique cependant que le contrôle du poids induit par le KGM se montre renforcé par l'association à un régime hypocalorique, suggérant ainsi une stratégie thérapeutique efficace. Ceci a aussi été remarqué dans l'étude réalisée au CHRU d'Angers par les professeurs F. Joubaud et L. Boucher (10). Ils ont étudié les effets de 3 grammes par jour de KGM, en synergie avec un régime hypocalorique (1400 calories en moyenne) chez 39 patients présentant un surpoids corporel.

Des effets favorables ont été obtenus chez 32 patients sur 39, soit 82 % des cas (perte moyenne de 4,4 kg en 1 mois et de 7,6 kg en 2 mois).

Dans tous les cas, les échecs sont dus à la non observance du régime hypocalorique prescrit : régime suivi moyennement, irrégulièrement ou pas du tout. Ces résultats démontrent bien l'intérêt de la synergie du KGM avec un régime hypocalorique.

d. Conclusion

D'après ce que l'on vient d'exposer, on peut affirmer que le KGM est une substance naturelle d'une efficacité remarquable dans le contrôle du poids corporel.

Des résultats positifs sont observés avec des posologies de 3 à 4 grammes par jour, prises régulièrement sur au moins 1 mois.

Le patient a réellement une sensation de réplétion, limitant la consommation alimentaire, qui n'est pas immédiate mais qui se développe après quelques jours de prises de KGM.

Il faut insister sur le fait que l'action du glucomannane dans la réduction du poids corporel sera toujours renforcé par le suivi d'un régime hypocalorique adapté.

Nous allons décrire à présent, le mécanisme d'action de ce polysaccharide, qui découle de ses propriétés physico-chimiques et en particulier, de son pouvoir gélifiant.

3. MECANISME D'ACTION DU KGM DANS LA REDUCTION DU POIDS CORPOREL

L'intérêt du glucomannane, en tant que complément diététique dans la réduction pondérale, réside dans sa capacité à former avec l'eau, un gel exceptionnel :

- Par son volume, le glucomannane se gélifie en absorbant 100 à 135 fois son volume d'eau (1 gramme de poudre donne 100 à 135 cm³ de gel) ;

A cet égard, le glucomannane apparaît comme la substance la plus performante actuellement.

- Par sa viscosité, plusieurs dizaines de fois supérieure à celle des gels formés par les autres polysaccharides solubles.

Ainsi, un effet de "full feeling" est signalé par la plupart des patients traités au KGM (41).

Cette réplétion gastrique avant chaque repas, peut réduire l'appétit et par conséquent, faire que le sujet mange moins à chaque repas.

De plus, le glucomannane n'est pas assimilé au niveau intestinal et donc n'apporte aucune calorie.

Le glucomannane agit donc, en synergie avec un régime hypocalorique en accélérant le rassasiement et en ralentissant la vidange gastrique, mais aussi par son action au niveau des métabolismes lipidique et glucidique à savoir, réduction de l'absorption digestive des graisses et ralentissement de celle des sucres, susceptibles de diminuer les apports caloriques et la lipogénèse post-prandiale.

Nous allons à présent étudier plus particulièrement ces 2 activités du glucomannane sur les lipides et les glucides.

B. ACTION DU GLUCOMANNANE SUR LE METABOLISME DES LIPIDES

1. EXPERIMENTATION ANIMALE DE L'ACTION HYPOCHOLESTEROLEMIANTE

a. Conditions expérimentales

Les recherches de l'activité hypocholestérolémiant du glucomannane (KGM) sont réalisées à partir d'expériences sur les rats (16) (37) (40) et les babouins (40).

Un complément en cholestérol de 1 % et en acides biliaires de 0,25 % au régime de base décrit auparavant permet de rendre les animaux hypercholestérolémiques.

Selon les expériences, 5 à 10 % de KGM sont ajoutés au régime hypercholestérolémiant.

Le KGM est ajouté seul ou en association avec un autre polysaccharide ayant une activité hypocholestérolémiant plus ou moins démontrée (37). L'association la plus fréquente est celle avec la cellulose.

b. Résultats

b.1 Chez les rats hypercholestérolémiques :

- L'addition de KGM dans l'alimentation de ces rats provoque une diminution significative des taux de cholestérol total plasmatique et hépatique (16) (37). (Figure 12 et 13).

Figure n° 12 : Effet du type de Régime sur le taux de cholestérol plasmatique et hépatique (16)

Type de Régime	Cholestérol plasmatique mg/dl	Cholestérol hépatique mg/g
Régime de base	96,8 ± 0,9	3,2 ± 0,1
Régime hypercholestérolémiant	156 ± 14,0	21,1 ± 2,0
Régime hypercholestérolémiant + 5 % de KONJAC	107 ± 8,6	13,9 ± 1,8

- Les rats qui reçoivent un complément en cellulose dans le régime hypercholestérolémiant, ont tendance à avoir une augmentation du taux de cholestérol total sanguin.

Si, en plus de la cellulose, l'alimentation contient un pourcentage de KGM, cette augmentation n'existe plus. (37). (Figure 13)

Figure n° 13 : Effet du KONJAC et/ou de la cellulose sur le cholestérol total (37)

Type de régime	Cholestérol total en mg/100 ml
Régime de base + 0,5 % CHO	375 ± 34
Régime de base + 0,5 % CHO + 3 % farine de KONJAC	291 ± 58
Régime de base + 0,5 % CHO + 5 % farine de KONJAC	247 ± 27
Régime de base + 0,5 % CHO + 4 % cellulose	454 ± 70
Régime de base + 0,5 % CHO + 4 % cellulose + 3 % farine de KONJAC	297 ± 20
Régime de base + 0,5 % CHO + 4 % cellulose + 5 % farine de KONJAC	277 ± 38

- La diminution du cholestérol total sanguin chez les animaux ayant eu un apport en KGM s'accompagne d'une diminution significative des VLDL-CHO et des LDL-CHO (7). Par contre, le pourcentage de cholestérol lié aux HDL augmente (40). (Figure n° 14).

Figure n° 14 : Effet du KGM sur le taux plasmatique de HDL-CHO, LDL-CHO et VLDL-CHO

CONCENTRATION PLASMATIQUE EN mmol/l		
	HDL-CHO	LDL-CHO + VLDL-CHO
Régime hypercholestérolémiant seul	0,6	4,81
Régime hypercholestérolémiant + 5 % KGM	1,1	2,33
Régime hypercholestérolémiant + 10 % KGM	1,4	1,4

b.2 Chez les rats normocholestérolémiques

• Le KGM n'a pas d'effet sur le cholestérol total sanguin (40). Par contre, il y a un déplacement de la distribution du cholestérol dans les lipoprotéines qui se traduit par une diminution des VLDL-CHO et des LDL-CHO et par une augmentation des HDL-CHO. Seule, la diminution des VLDL-CHO et des LDL-CHO dans l'alimentation contenant 10 % de KGM est significative (40). (Figure n° 15).

Figure n° 15 : Activité du KONJAC sur les rats normocholestérolémiques (40)

	CHO Total sanguin en mmol/l	HDL-CHO en mmol/l	VLDL-CHO + LDL-CHO en mmol/l
Régime de base	2,4	1,5	0,9
Régime de base + 5 % de KGM	2,3	1,3	0,88
Régime de base + 10 % KGM	2,3	1,8	0,55

b.3 Chez les babouins hypercholestérolémiques (40)

La concentration sanguine en cholestérol total diminue significativement chez les singes ayant reçu un régime hypercholestérolémiant additionné de 5 % de KGM.

Cette diminution est le résultat de la réduction importante des VLDL-CHO plus que de celle des LDL-CHO.

Par contre, le pourcentage des HDL-CHO a augmenté.

Toutes ces expériences montrent donc qu'un traitement au KGM entraîne chez les rats ou les babouins rendus hypercholestérolémiques par régime spécial, une baisse du cholestérol total avec baisse des LDL-CHO et VLDL-CHO et augmentation des HDL-CHO. Par contre, chez les rats normocholestérolémiques, on n'a pas d'effet sur le cholestérol total, mais un

déplacement des lipoprotéines avec diminution des LDL-CHO et VLDL-CHO et augmentation des HDL-CHO.

Nous allons voir si ces mêmes résultats sont retrouvés chez l'homme.

2. ETUDE CLINIQUE

a. Conditions expérimentales

Le Professeur Vorster et ses collaborateurs (38) étudient l'activité hypocholestérolémiante du KGM sur 18 patients volontaires, inclus selon les critères suivants :

- Cholestérol total supérieur à 6 mmol/l (= 2,3 g/l)
- glycémie à jeûn normale
- Aucune prise médicamenteuse précédant ou accompagnant l'étude.

Les patients sont répartis en 2 groupes selon leur taux de cholestérol total (CT).

Les patients dont le CT est supérieur ou égal à 8 mmol/l (3,1 g/l) forment le groupe I. Ce taux élevé de CT fait suspecter une hypercholestérolémie familiale.

Les patients dont le CT est compris entre 6 et 8 mmol/l forment le groupe II. Leur hypercholestérolémie modérée est certainement liée à l'alimentation.

L'étude est conduite selon un protocole en double-aveugle avec permutation croisée :

- Pendant 4 semaines, les patients reçoivent 4,5 g de KGM par jour, répartis en 3 prises, ou l'équivalent en placebo.
- Puis, après 2 semaines d'interruption, les patients permutent leur traitement pour 4 nouvelles semaines.

Les patients ne doivent pas modifier ni leur activité physique, ni leur alimentation durant l'étude.

b. Résultats

Les résultats de cette étude montrent après 4 semaines de traitement (38) :

- Une diminution significative des taux sanguins de cholestérol total :
 - baisse de 5,9 % dans le groupe I
 - baisse de 13 % dans le groupe II
- Une diminution significative des taux sanguins de LDL-Cholestérol :
 - chute de 6,3 % dans le groupe I
 - chute de 16,8 % dans le groupe II
- Une augmentation significative du rapport $\frac{\text{HDL-cholestérol}}{\text{LDL-cholestérol}}$
 - de 16,7 % dans le groupe I
 - de 42,9 % dans le groupe II

En ce qui concerne le HDL-cholestérol, il s'est élevé significativement sous KGM dans le groupe I.

c. Conclusion

Les résultats de cette étude sont en accord avec les travaux réalisés par David Walsh(41). Le KGM est donc un agent thérapeutique efficace dans les hypercholestérolémies modérées liées à l'alimentation, beaucoup plus fréquentes que les hypercholestérolémies autosomiques dominantes (38).

Il y a bien une réduction du cholestérol total lorsque l'on prend du KGM. Cette activité s'observe chez les personnes hypercholestérolémiques mais le KGM ne diminue pas un taux de cholestérol normal.

Cette chute de cholestérol total chez les sujets hypercholestérolémiques correspond à une chute des taux de LDL-CHO, dont le rôle est de transporter le cholestérol aux tissus. Et c'est notamment cette fraction LDL qui intervient dans la formation de la plaque d'athérome.

De plus, un traitement par KGM provoque une augmentation des HDL-CHO, molécules "poubelles" qui récupèrent le cholestérol usager puis, vont dans le foie où elles sont dégradées. C'est le foie qui dégrade le cholestérol qui est ensuite éliminé sous forme de sels biliaires.

Mais par quel mécanisme le KGM est-il capable d'agir de cette façon sur le métabolisme des lipides ?

3. MECANISME DE L'ACTIVITE HYPOCHOLESTEROLEMIANTE

Il est vraisemblable que le KGM agit de manière analogue aux autres fibres en réduisant l'absorption intestinale du cholestérol et en augmentant l'excrétion fécale des acides biliaires, faisant ainsi diminuer le cholestérol total.

a. **Inhibition de l'absorption intestinale du cholestérol exogène**

Ce mécanisme d'action est confirmé en suivant chez des rats le devenir du cholestérol alimentaire marqué au carbone 14 (14). L'expérience montre que la présence de KGM diminue les quantités de cholestérol absorbées par la muqueuse intestinale.

- Il y a :
- inhibition de l'absorption du cholestérol au niveau du jéjunum
 - inhibition de l'absorption des sels biliaires dans l'iléon.

• **Au niveau du jéjunum**

Le KGM retiendrait prisonnières dans les mailles de son gel, les molécules de cholestérol exogène et donc diminuerait leur absorption.

• **Au niveau de l'iléon**

La résorption intestinale du cholestérol s'effectue sur le cholestérol libre et non sur le cholestérol estérifié. La liaison ester est scindée par une enzyme dont l'activité dépend des sels biliaires. Les sels biliaires sont responsables du transport actif du cholestérol au niveau de l'iléon. Ils émulsionnent le cholestérol sous forme de micelles.

L'addition de KGM à l'alimentation des rats diminue significativement le transport des sels biliaires. Cette action inhibitrice est uniquement observée dans la portion distale de l'iléon, où le transport se fait par un mécanisme actif (14).

Cette activité est mise en évidence pour des taux de KGM supérieur ou égal à 0,25 %.

L'effet inhibiteur, dû à la liaison du KGM à la surface des cellules muqueuses intestinales est réversible. La liaison n'est pas assez forte pour maintenir l'effet.

b. **Augmentation de l'excrétion fécale des acides biliaires**

Par ailleurs, l'augmentation de l'excrétion fécale des acides biliaires et l'inhibition de la circulation entérohépatique conduiraient à une augmentation de la synthèse des acides biliaires et donc à l'augmentation du catabolisme du cholestérol dans le foie (40), expliquant la diminution du cholestérol sanguin.

C. ACTION DU KGM SUR LE METABOLISME DES GLUCIDES

1. EXPERIMENTATION ANIMALE

Madame le Professeur Vorster a également étudié les effets du KGM sur le métabolisme des glucides.

Les expériences sont réalisées sur des babouins normaux (39) ou rendus intolérants aux hydrates de carbone par un régime dit "occidental" (40).

- Chez les babouins normaux, l'adjonction de 5 % de KGM au régime de base entraîne une amélioration de la tolérance au glucose et une diminution significative de la réponse insulinémique.

Ces effets sont beaucoup plus marqués à long terme (14 semaines).

On peut conclure que l'ingestion du KGM a, à long terme, des effets bénéfiques sur l'homéostasie du glucose chez les babouins normaux (39).

- Chez les babouins rendus intolérants aux hydrates de carbone, il y a aussi sous KGM, une amélioration de la tolérance au glucose et une diminution des pics de glycémie et d'insulinémie au cours de l'épreuve d'hyperglycémie provoquée par voie orale (40).

2. ETUDE CLINIQUE

Plusieurs études sont réalisées chez l'homme afin de déterminer les effets du KGM :

- sur la tolérance au glucose
- sur la glycémie et l'insulinémie après ingestion d'un repas d'épreuve.

a. **Effet du KGM sur la tolérance au glucose (6)**

L'action de 3,9 g de KGM administré après 12 heures de diète, 15 minutes avant une charge orale de glucose, est étudiée contre placebo chez 24 sujets normaux (6).

Les résultats ont montré que le KGM entraîne une amélioration de la tolérance au glucose (6).

Ces résultats sont comparés à la gomme-guar considérée jusqu'à présent comme la fibre alimentaire la plus efficace pour réduire la glycémie et la glycosurie post-prandiale. Pourtant, le KGM montre une efficacité bien supérieure à la gomme-guar (6). En effet, la glycémie moyenne des sujets ayant reçu des suppléments en KGM est significativement inférieure à celle des sujets ayant reçu de la gomme guar. Après 90 minutes, cette glycémie est de $85,9 \pm 4,9$ mg/dl avec le KGM par rapport à $112,2 \pm 11,7$ mg/dl avec la gomme-guar (6).

b. **Effet du KGM sur la glycémie et l'insulinémie après ingestion d'un repas d'épreuve**

Cette activité est étudiée sur des sujets normaux, des sujets intolérants aux hydrates de carbone et des sujets diabétiques non insulino-dépendant.

b.1 **Chez les sujets normaux (6)**

- 3,9 g de KGM sont administré 15 minutes avant un repas d'épreuve de 646 calories. Les résultats sont comparés à des témoins ne recevant pas de KGM.

Les glycémies moyennes sont significativement réduites à une valeur inférieure à celle des témoins :

- à 30 minutes : $104,4 \pm 4,3$ mg/dl par rapport à $131,1 \pm 3,9$ mg/dl

- à 180 minutes : $100,9 \pm 5,1$ mg/dl par rapport à $110,4 \pm 3,3$ mg/dl

Par contre, les insulinémies moyennes ne sont pas abaissées de façon significative.

- Lorsque le KGM est mélangé au repas d'épreuve, les glycémies moyennes sont significativement réduites à une valeur inférieure à celle des témoins à 30, 60, 120 et 180

minutes. Les insulinémies sont également inférieures aux valeurs des témoins à 30, 60, 120 et 180 minutes. (6)

b.2 Chez le sujet intolérant au glucose (26)

Une étude est réalisée en double-aveugle contre placebo sur 9 sujets présentant un surpoids et une intolérance aux glucides, et qui ne prennent aucune thérapeutique susceptible de modifier le métabolisme glucidique.

Deux épreuves de petit-déjeuner test sont réalisées en cross-over sur 2 jours consécutifs, le matin après 12 heures de jeûn :

3 grammes de KGM (4 gélules à 750 mg de KGM) ou 4 gélules de placebo sont ingérés avec un verre d'eau au début du petit-déjeuner, volontairement riche en hydrates de carbone et représentant 495 calories.

L'analyse des prélèvements de sang réalisés 15 min et juste avant l'épreuve du petit déjeuner et 15 min, 30 min, 60 min, 90 min, 120 min, 150 min et 180 min après le début de l'épreuve montre chez ces sujets intolérants au glucose, une ascension glycémique un peu moins élevée lors de la prise de KGM.

Le profil glycémique moyen (somme des valeurs de chaque épreuve) n'est cependant pas abaissé : $7,64 \pm 0,27$ mmol/l avec KGM contre $7,63 \pm 0,25$ mmol/l avec placebo.

Les différences sont marquées plus clairement sur le profil insulinémique, nettement abaissé lors de l'utilisation du KGM : $69,43 \pm 6,46$ μ UI/ml avec KGM contre $80,17 \pm 8$ μ UI/ml avec placebo.

b.3 Chez les diabétiques non insulino-dépendant (26)

La même expérience de petit-déjeuner test est réalisée chez 6 diabétiques non insulino-dépendant dont la glycémie est stabilisée par un traitement avec sulfamides et/ou biguanide. Les résultats montrent une ascension glycémique moindre lors de la prise de KGM.

Ceci est confirmé par le profil glycémique moyen significativement plus bas lors de l'épreuve avec le KGM : $10,36 \pm 0,41$ mmol/l contre $10,91 \pm 0,47$ mmol/l.

Simultanément, on observe un profil insulémique moyen légèrement plus bas lors de l'épreuve utilisant le KGM, mais ce profil moyen insulémique n'est pas significativement inférieur lors de la prise de KGM :

$54,13 \pm 6,58$ μ UI/ml avec KGM contre $58,73 \pm 6,88$ μ UI/m avec placebo.

c. Conclusion

Les résultats de ces études montrent l'effet intéressant du KGM dans la limitation de l'ascension glycémique post-absorptive chez le sujet normal et chez le diabétique non insulino-dépendant.

En ce qui concerne la réponse insulémique, elle s'avère diminuée chez l'intolérant aux hydrates de carbone ainsi que chez le sujet normal, si le KGM est pris mélangé au repas d'épreuve. Ces résultats sont beaucoup moins nets chez le diabétique non insulino-dépendant.

Plusieurs mécanismes d'action peuvent être suggérés pour expliquer les résultats observés sous KGM.

3. MECANISME D'ACTION SUPPOSE

Comme nous l'avons dit auparavant, on considère que le KGM, en augmentant la viscosité du contenu gastro-intestinal, ralentit la vidange gastrique et forme autour des aliments une barrière qui retarde leur absorption par la paroi intestinale.

La viscosité semble être le facteur essentiel qui permet d'aboutir, par ce mécanisme, à un ralentissement de l'élévation post-prandiale de la glycémie (6).

De plus, outre les conséquences de l'absorption moindre de glucose sur la sécrétion insulémique, le rôle probable d'une modification de libération des entéro-hormones (entérogucagon, GIP) dans la réduction de la réponse insulino-sécrétoire peut être suggérée

pour expliquer la baisse du profil insulinémique sans réduction glycémique significative chez l'intolérant au glucose (26).

D. AUTRES ACTIVITES DU GLUCOMANNANE

Outre son activité dans la réduction du poids corporel, son action hypocholestérolémiante et sa capacité à abaisser les réponses glycémique et insulinémique, le KGM a également un effet sur le fibrinogène plasmatique, mais aussi, et comme toutes les fibres alimentaires, un effet régulateur du transit intestinal.

De plus, un rôle probable dans la prévention de l'apparition de cancer du côlon a été évoqué.

1. EFFET SUR LE FIBRINOGENE PLASMATIQUE (30)

Le Professeur Vorster a observé chez le babouin et le rat Zucker, sous KGM, une baisse du fibrinogène plasmatique, facteur de risque cardiovasculaire reconnu. Cette action favoriserait donc l'activité hypocholestérolémiante du KGM.

Le fibrinogène étant sous la dépendance de l'insuline, on peut mettre en relation cette baisse de fibrinogène avec la réduction de l'hyperinsulinisme observée sous KGM.

2. EFFET SUR LE TRANSIT INTESTINAL

Le KGM a un effet régulateur sur le transit intestinal. Cet effet connu pour toutes les fibres alimentaires solubles est confirmé lors des études cliniques réalisées sur le glucomannane (25) (41).

Les données de PIAI (8) montrent que l'absorption de KGM entraîne une augmentation du volume fécal et une diminution du temps de transit dans le côlon : cela constitue une aide importante dans la prévention et le traitement de la constipation, phénomène couramment observé chez les patients soumis à un régime diététique hypocalorique.

De plus, la constipation allonge le temps de contact de la bile avec le côlon, ce qui peut être une des causes de cancer du côlon.

Le KGM pourrait-il donc également jouer un rôle en empêchant la survenue de cancer du côlon ?

3. EFFET PREVENTIF DANS L'APPARITION DE CANCER DU COLON

Par son action sur la constipation, le KGM diminuerait le rôle de la bile dans l'étiologie du cancer du côlon (8).

Mais une étude réalisée par T. Mizutani et ses collaborateurs (20) sur 40 rats montre une action beaucoup plus précise :

L'adjonction de 5 % de KGM à un régime de base diminue l'incidence des tumeurs du côlon induite par la diméthylhydrazine ; elle est passée de 75 % avec le régime de base à 39 % avec apport alimentaire de KGM. Le nombre d'adénocarcinome du côlon par animal a également diminué avec la prise de KGM.

E. CONCLUSION

Bien que le nombre de patients inclus dans chaque étude est restreint, les résultats sont encourageants.

Grâce à sa forte teneur en glucomannane, la farine de KONJAC a réellement une activité coupe-faim, utile pour aider à la réduction du surpoids corporel.

Son activité hypocholestérolémiante et son effet régulateur sur le métabolisme glucidique sont également démontrés par de nombreuses études. Le KGM agit aussi en diminuant le fibrinogène plasmatique.

Grâce à son effet régulateur du transit intestinal, il constitue une aide dans le traitement de la constipation.

On lui reconnaît enfin une activité préventive dans l'apparition de cancer du côlon.

Pourtant, malgré toutes ses activités pharmacologiques démontrées, le KGM n'est actuellement commercialisé que dans un seul but : la réduction du surpoids corporel.

C'est ce que nous allons voir à présent en étudiant les utilisations traditionnelles et actuelles du tubercule de KONJAC.

V. Les utilisations du KONJAC

Au Japon, on emploie depuis plus d'un siècle le tubercule de KONJAC pour ses applications industrielles (colle à papier, imperméabilisation des vêtements, en cosmétique et en parfumerie) et surtout pour son utilisation dans l'alimentation. Actuellement encore, 90 % de la quantité d'*Amorphophallus rivieri* Durieu variété Konjac Engler, est consommée sous forme d'aliments ou de produits diététiques.

De nos jours et en France, cette plante requiert un intérêt tout particulier en diététique. En effet, les industriels multiplient le nombre de spécialités à base de farine de KONJAC, destinés à aider à la réduction du poids corporel.

A. UTILISATIONS TRADITIONNELLES DANS L'INDUSTRIE

Grâce aux propriétés du glucomannane, le KONJAC connaît un grand nombre d'emploi dans l'industrie.

Ces emplois peuvent se regrouper en 3 catégories :

1. Utilisation des propriétés collantes du KGM
2. Utilisation de la résistance et de l'imperméabilité de l'enduit de KONJAC séché.
3. Utilisation des propriétés chimiques de la farine de KONJAC, voisines de celles de la cellulose et de l'amidon.

1. UTILISATION DE LA COLLE DE KONJAC (21)

Cette colle est obtenue en mélangeant la farine de KONJAC avec de l'eau : 25g/litre d'eau.

Cette colle a tous les usages d'une colle de bureau. Mais on l'emploie aussi industriellement au Japon pour faire le papier fort, pour empeser les tissus de coton, de soie, de laine. On l'utilise aussi pour faire à partir du coton, des imitations de fil de toiles de chanvre. Ajoutons aussi que la farine de KONJAC cuite à l'eau donne une gelée apte à être stérilisée et qui peut être utilisée comme bouillon de culture au même titre que les gelées à base de gélatine ou d'agar-agar.

Enfin, il faut noter que pétrie avec de l'eau chaude en pâte épaisse, la farine de KONJAC a été, de tout temps, employée comme emplâtre, à la façon de la farine de lin de la Pharmacopée Occidentale.

2. UTILISATION DE L'ENDUIT DE KONJAC (21)

Il donne, après dessiccation, une pellicule relativement résistante à l'eau. On l'a donc utilisé pour imperméabiliser le papier ou l'étoffe.

On fabrique ainsi des bâches, des tentes, des vêtements imperméables, des parapluies..

3. UTILISATION DES PROPRIETES CHIMIQUES DE LA FARINE DE KONJAC (21)

La constitution chimique de la farine de KONJAC permet, dans de nombreux cas, de s'en servir au même titre que de la cellulose. On l'utilise alors pour fabriquer les succédanés de celluloïde employé par exemple dans l'industrie des pellicules photographiques ou cinématographiques.

On l'emploie aussi, comme la cellulose, pour fabriquer des explosifs.

Cette farine a aussi un usage cosmétique bien connu depuis longtemps : elle était employée, mélangée à l'eau, pour combattre les gerçures et était utilisée pour la fabrication d'une crème de beauté (21) (document datant de 1930).

On l'employait aussi comme crème pour les cheveux. N'étant pas grasse, elle s'éliminait par un simple lavage à l'eau pure (21).

B. UTILISATIONS TRADITIONNELLES DANS L'ALIMENTATION

L'art de préparer un produit alimentaire convenable à partir de ce tubercule provient de la Chine du Nord (21) et fut introduit au Japon il y a plus de 1000 ans.

En effet, la saveur de ce tubercule est forte, piquante et provoque dans la bouche et dans l'arrière-gorge un sentiment de picotement fort pénible qui peut persister plusieurs heures.

Par conséquent, cru ou cuit, le tubercule de KONJAC n'est comestible ni pour l'homme, ni pour les animaux.

Heureusement, il suffit d'un traitement au lait de chaux pour le transformer en un aliment sain et agréable (24).

Les tubercules furent d'abord consommés, aussi bien en Chine qu'au Japon, sans être préalablement réduit en farine. On le brisait en menus fragments qu'on faisait bouillir dans l'eau et que l'on réduisait au mortier en une masse pâteuse. On versait alors cette pâte dans un baquet en bois et on y ajoutait une égale quantité de chaux et de deux fois plus d'eau.

On mélangeait ensuite puis on faisait cuire dans l'eau de chaux (21).

Puis, on utilisa plus volontiers la farine car elle est de meilleure conservation.

On mélange cette farine avec de l'eau jusqu'à ce qu'elle forme une masse collante de consistance épaisse et on la cuit dans l'eau de chaux.

On met alors cette pâte dans des moules parallépipédiques et on la cuit 1/4 d'heure dans l'eau bouillante. On forme alors une masse gélatineuse élastique, propre à la consommation.

A partir de cette forme, les japonais emploient le tubercule de KONJAC comme aliment sous 3 formes différentes, mais la préparation fondamentale est la même, et il n'y a que la forme donnée au produit fabriqué qui diffère un peu.

Ainsi, ils préparent (24) :

- une sorte de vermicelle qu'ils appellent CHIRA-TAKE, aliment utilisé comme les pâtes en Italie.
- une galette appelée KONNYAKU
- une sorte de gâteau sec : le CHIROKO.

En ce qui concerne l'utilisation alimentaire du KONJAC, une chose bien certaine et démontrée par l'expérience des japonais, c'est la parfaite innocuité et la salubrité des tubercules de KONJAC. Et ceci est à l'origine de son développement actuel en diététique.

C. UTILISATION EN DIETETIQUE

La connaissance de l'activité diététique du KONJAC ne date pas de nos jours.

Il y a plus de 1000 ans, les chinois utilisaient déjà les tubercules de KONJAC comme aliment chez les personnes qui avaient besoin d'un régime léger (1).

Au Japon également, outre son utilisation sous forme d'aliment, le tubercule de KONJAC est employé comme produit diététique sous forme de farine ou de gelée.

En France, on dénombre actuellement 8 spécialités différentes commercialisant les tubercules d'*Amorphophallus rivieri* Durieu variété Konjac Engler.

Tous ces produits sont vendus sous différentes formes.

- Les gélules sont la forme la plus courante :

- KONJAX 750 mg* gélules : chaque gélule renferme 750 mg d'extrait de racines de KONJAC, contenant 75 % de Glucomannane.
- KONJAX FORME* gélules : chaque gélule contient 610 mg d'extrait de racines de KONJAC, ainsi qu'un mélange de vitamines (vitamines B1, B2, B6, PP) et d'oligo-éléments (K, Ca, Fe, Cu, Zn, Mg).
- DIETOMAN* gélules : chaque gélule contient 500 mg de poudre de racine de KONJAC dosé à 79,4 % de glucomannane.
- KONJAC GLUCOMAN* gélules : ce sont des gélules à 500 mg d'extrait purifié de tubercules de KONJAC contenant 75 % de glucomannane.

Finalement, les gélules que l'on trouve dans le commerce contiennent chacune entre 375 mg et 565 mg de KGM.

- Il existe également une forme sachet beaucoup plus dosée en KGM : le MODERAL* .

Chaque sachet contient

- 1,5 g d'extrait purifié de racines de KONJAC contenant plus de 75 % de glucomannane soit environ 1g de KGM,
- de la levulose et de la poudre de lécithine.

- Une gelée de KONJAC est aussi commercialisée en sachet. Chaque sachet renferme de la farine de KONJAC réhydratée.

- Enfin, il existe aussi à base de KGM, des biscuits, les petits craquants de KONJAX* et un velouté allégé de légumes : l'instantané de KONJAX*.

Toutes ces spécialités sont vendues aux consommateurs dans le but de réduction pondérale.

C'est vrai, la poudre d'*Amorphophallus rivieri* Durieu, variété Konjac Engler, grâce à son glucomannane, est une aide efficace et pratique à tout régime minceur. Mais, pour cela, il faut bien respecter quelques règles d'utilisation :

1°) L'utilisation du KGM doit se faire au moins pendant 1 mois ET en association avec un régime hypocalorique adapté.

2°) La posologie doit être suffisante pour avoir une efficacité : environ 3 grammes de KGM par jour.

Aussi faut-il se méfier des gélules dosées à 375 mg ; il faut pour être efficace en prendre au moins 8 par jour !

3°) Les 3 grammes de KGM doivent être répartis dans la journée : 1 gramme 1/2 heure avant chaque repas avec un grand verre d'eau.

Et si la faim se fait sentir en milieu de journée, on peut prendre un 4ème gramme, toujours accompagné de suffisamment d'eau.

4°) L'eau est indispensable car c'est le matériau qui va permettre la gélification, et l'on a bien évidemment constaté que plus le pouvoir gélifiant est élevé, plus la quantité d'eau nécessaire doit être importante.

La température fraîche (10 à 15°C) ne perturbe pratiquement pas la gélification du KGM. Par contre, à partir de 40°C, ce taux de gélification va s'abaisser. Il sera donc conseillé d'éviter les boissons très chaudes lors de l'ingestion.

De même, le pH, s'il ne modifie pas le pouvoir gélifiant en milieu acide, semble également dès l'apparition de l'alcalinité, minorer celui-ci.

Pour cette raison, les eaux minérales alcalines seront déconseillées.

La présence de gaz inclus dans les eaux minérales diminue sensiblement ce pouvoir gélifiant et enfin, l'alcool ou les boissons alcoolisées peuvent aller jusqu'à annuler presque complètement ce même pouvoir gélifiant.

La boisson idéale à recommander est donc exclusivement l'eau peu minéralisée, à température normale et non gazeuse.

L'alcool et les boissons alcoolisées sont à proscrire... comme dans tous les régimes minceur !

Et, de tout manière, il faut toujours rappeler de boire suffisamment : 1,5 à 2 litres d'eau par jour.

5°) Le dernier conseil à donner afin d'optimiser le résultat provient du fait que cette poudre végétale prise avec un grand verre d'eau, n'est pas suffisante pour déclencher la fermeture pylorique et risquerait d'être rapidement évacuée vers les anses intestinales.

Aussi, il conviendrait de prendre cette poudre après l'ingestion d'une petite quantité d'aliment solide (une pomme par exemple) nécessaire et suffisante pour induire la fermeture pylorique, évitant du même coup une immédiate vidange gastrique et permettant ainsi à la poudre d'effectuer sa gélification.

En ce qui concerne les effets secondaires possibles du KGM, on a pu observer chez certains patients une sensation de pesanteur gastrique, de ballonnements surtout en début de traitement, mais dans l'ensemble, l'acceptabilité est très satisfaisante au long cours.

En raison de son mécanisme d'action (ralentissant de la vidange gastrique notamment), il est recommandé de ne pas prendre en même temps une spécialité à base de KONJAC et un traitement médicamenteux.

Il faut prendre ses médicaments :

- soit 1 heure avant l'absorption du KGM
- soit 2h30 après.

VI. Conclusions et Perspectives

Au terme de cette étude, nous comprenons beaucoup plus aisément les sources d'intérêts du KONJAC ou *Amorphophallus rivieri* Durieu variété Konjac Engler, plante traditionnellement utilisée au Japon, depuis plus de mille ans.

Le KONJAC appartient à la famille des Aracées.

C'est une plante vivace, originaire d'Extrême-Orient et introduite au Japon dans les années d'Engi (901-922 de notre ère) ; Sa culture y est aujourd'hui très répandue.

Cette plante présente un cycle végétatif assez curieux. Elle possède un tubercule qui donne chaque année, une feuille unique et ce n'est qu'après 5 ans qu'apparaîtra une inflorescence analogue à celle des autres Aracées.

Ainsi, dans ses premières années, le tubercule donne au printemps une pousse enveloppée de 2 écailles bractéales qui se déchirent pour laisser s'épanouir une unique feuille dont l'extrémité se divise en 3 segments formant l'ensemble de la feuille.

Lorsque le tubercule aura atteint sa 5^{ème} ou 6^{ème} année, le bourgeon printannier donne alors naissance à un pédoncule floral dont le sommet s'orne d'une spathe noir violacé enroulée en cornet. Au centre de celle-ci et prolongeant le pédoncule floral, se trouve le spadice portant à sa partie inférieure une ceinture jaune constituée des fleurs femelles au-dessus desquelles se trouvent les fleurs mâles. L'extrémité supérieure du spadice, de couleur violet sombre est stérile.

La partie souterraine de la plante est constituée par un tubercule ellipsoïde et c'est pour son tubercule que le KONJAC est cultivé.

La plantation se fait en avril. Dans le courant de l'été, chaque tubercule planté donne naissance autour de lui à 5 ou 10 autres tubercules.

C'est à l'automne qu'à lieu la récolte.

Les jeunes tubercules sont conservés comme semence.

Les tubercules matures, utilisés pour la consommation, sont des tubercules qui ont été repiqués pendant 3 à 5 années successives. C'est à ce moment qu'ils sont les plus riches en glucomannane, constituant majeur à l'origine des propriétés de la plante.

Les tubercules de KONJAC furent d'abord utilisés tels qu'il s'offraient après la récolte. Mais leur conservation étant difficile, ils sont désormais employés sous la forme d'une farine, fabriquée selon une technique ancienne et très particulière.

La composition de cette farine de KONJAC est étudiée. Elle contient plus de 70 % d'un polysaccharide de haut poids moléculaire, le glucomannane (KGM). Il existe plusieurs méthodes d'extraction et de purification du KGM, mais la plus efficace est certainement la méthode de Sugiyama, composée d'une extraction à l'éthanol puis d'une purification par dialyse et lyophilisation qui garde les propriétés intrinsèques de la molécule.

C'est grâce à de nombreuses hydrolyses que la structure exacte du KGM a été déterminée. Le KGM comprend une chaîne principale linéaire constituée exclusivement de D-mannose et de D-glucose, reliés entre eux par une liaison β 1-4 et une structure ramifiée composée également de D-glucose et D-mannose. Cette structure ramifiée est détruite lors de la fabrication de la farine.

L'identification du KGM se fait par spectrométrie Infra-Rouge. Son dosage est réalisé par la méthode de chromatographie en phase gazeuse. Les propriétés physico-chimiques du KGM ont été déterminées :

- son poids moléculaire est en moyenne de $1,2 \cdot 10^6$
- sa dimension est de 1,3 Å
- sa solubilité dans l'eau est exceptionnelle : le KGM est capable d'absorber 100 à

135 fois son volume d'eau et forme un gel de très haute densité après quelques heures.

- sa viscosité en solution aqueuse est également très supérieure à celle des gels formés par d'autres polysaccharides comme la gomme guar, le carboxyméthylcellulose ou la gomme de Karaya.
- parmi ces 4 polysaccharides, c'est le KGM qui atteint le volume de gélification le plus important.

Toutes ces propriétés peuvent varier, essentiellement par modification du poids moléculaire et de la configuration du KGM.

On obtient donc des résultats différents selon le mode de préparation de la farine, le procédé de purification du KGM, la variété de KONJAC cultivée ainsi que le terrain de culture.

Toutefois, ces propriétés physico-chimiques restent exceptionnelles par rapport aux autres polysaccharides et permettent d'expliquer les propriétés pharmacologiques du KGM.

Des études menées chez l'homme et l'animal montrent les différentes activités du KGM. La plus importante, celle utilisée de nos jours en diététique, est l'action du KGM dans la réduction du surpoids corporel. Des résultats positifs sont observés à partir de 3 grammes par jour de KGM, pris pendant au moins 1 mois, en association avec un régime hypocalorique adapté. Le KGM agit en formant dans l'estomac un gel neutre qui va couper la faim de façon naturelle, en donnant une impression de satiété. Le KGM est non digestible et donc n'apporte aucune calorie.

Le KONJAC a en outre une action sur les métabolismes lipidique et glucidique.

Le KGM est capable de réduire le taux de cholestérol total sanguin chez les personnes hypercholestérolémiques. Il y a chute des taux de LDL-Cholestérol (fraction intervenant dans la formation de la plaque d'athérome) et augmentation des taux de HDL-cholestérol. Le KGM agit en inhibant l'absorption intestinale du cholestérol exogène et en augmentant l'excrétion fécale des sels biliaires.

Le KGM entraîne également une amélioration de la tolérance au glucose. Il y a limitation de l'ascension glycémique post-absorptive chez le sujet normal et le diabétique non-insulino-dépendant.

De plus, la réponse insulinémique est diminuée chez l'intolérant aux hydrates de carbone. Cette action est principalement due à la viscosité du KGM qui permet un ralentissement de l'absorption digestive des sucres.

Le KGM agit également en diminuant le fibrinogène plasmatique, facteur de risque cardiovasculaire reconnu.

De plus, le KGM a, comme toutes les fibres alimentaires solubles, un effet régulateur sur le transit intestinal, qui constitue une aide importante dans la prévention et le traitement de la constipation.

Enfin, le KGM aurait un effet préventif dans l'apparition de cancer du côlon.

Au Japon, l'utilisation des tubercules de KONJAC est traditionnelle aussi bien dans l'industrie que dans l'alimentation. Elle date de plus d'un siècle.

Dans l'industrie, on emploie :

- la colle de KONJAC qui a toutes les propriétés d'une colle de bureau
- l'enduit de KONJAC séché pour sa résistance et son imperméabilité : fabrication de vêtement imperméable, de parapluies, de tentes...

La farine de KONJAC a de plus, un usage en cosmétique et en parfumerie.

Mais les tubercules de KONJAC sont surtout utilisés dans l'alimentation.

Actuellement, 90 % de la quantité d'*Amorphophallus rivieri* Durieu variété Konjac Engler produite sont consommés sous forme d'aliments ou de produits diététiques.

Les japonais utilisent la farine de KONJAC après traitement au lait de chaux qui lui enlève sa saveur forte et piquante. Ils fabriquent une sorte de vermicelle : le CHIRA-TAKE, une galette : le KONNYAKU ou encore un gâteau : le CHIROKO.

Ces produits ont une dimension particulière puisqu'ils sont considérés comme "nourriture pour la santé".

De nos jours et en France, le KONJAC requiert un intérêt tout particulier en diététique, comme complément alimentaire destiné à aider à la réduction du poids corporel. Huit spécialités différentes à base d'extraits purifiés de farine de KONJAC sont vendues en pharmacie. Pour avoir une efficacité maximale, il faut suivre un régime hypocalorique et prendre 1 gramme de KGM avec un grand verre d'eau, une-demi heure avant chaque repas.

De nombreuses études montrent l'effet positif du KONJAC sur les lipides et les glucides. Mais, pour le moment, toutes les spécialités à base de KGM sont commercialisées uniquement dans le but de réduction pondérale.

Pourtant, l'hypercholestérolémie représente aujourd'hui une préoccupation sanitaire majeure dans la mesure où il s'agit probablement du plus important des facteurs de risques cardiovasculaires athéro-thrombotiques. Et, parmi les nombreux traitements proposés, bien que l'on soit à l'époque des molécules de synthèse, comme les inhibiteurs de la H.M.G. CoA réductase, les fibres alimentaires et tout particulièrement le KGM paraissent mériter une place de choix.

Des travaux ultérieurs pourraient revêtir un grand intérêt, en étudiant l'association du KGM à la diététique hypocholestérolémiante et aux médicaments hypocholestérolémiants, dont la réduction des doses permettrait d'améliorer la tolérance.

De plus, les effets du KGM sur le métabolisme glucidique pourraient être utiles chez les diabétiques pour adapter le régime et réduire la posologie de l'insuline ou des agents hypoglycémiantes. Cette activité est tout particulièrement intéressante chez les diabétiques non insulino-dépendant et chez les sujets obèses.

Ainsi, voilà une plante dont l'utilisation alimentaire traditionnelle donne une garantie de non toxicité. Les tubercules de KONJAC sont aussi utilisés traditionnellement chez les personnes qui ont besoin d'un régime léger, ce qui peut être une garantie d'efficacité.

Actuellement, certains médecins commencent à reconnaître l'activité du KONJAC et à le prescrire. Durant mon stage officinal de 6 mois, j'ai vu 2 ordonnances avec du MODERAL*.

C'est le glucomannane qui est le support de l'activité de la plante. Ce glucomannane est aujourd'hui bien défini et peut être facilement caractérisé, permettant un contrôle aisé en conformité avec les normes européennes d'A.M.M.

Aussi, les tubercules d'*Amorphophallus rivieri* Durieu variété Konjac Engler pourraient devenir un véritable phytomédicament, indiqué non seulement dans les cas de réduction pondérale, mais aussi chez les personnes hypercholestérolémiques ou diabétiques.

Bibliographie

- (1) BOIS D., 1927
Les plantes alimentaires chez tous les peuples et à travers les âges. Lechevallier P., Paris, 526-528.
- (2) BUSSON F., 1935
Plantes Alimentaires de l'Ouest Africain ; Etude botanique, biologique et chimique. Paris, 515-517.
- (3) CHADEFAUD M., EMBERGER L., 1960
Traité de botanique systématique : les végétaux vasculaires. Masson, Paris, 2 (11), 1030-1040.
- (4) CHARLEZ M., 1989
Etude comparative de la viscosité de différents polysaccharides non assimilables et de leur volume de gélification.
Premiers entretiens de Phytomédecine à Marrakech, Laboratoire Gerbiol. Editions Louis Pariente. 15-17
- (5) CHEVALIER A., 1931
Les Amorphophallus et leurs usages,
Revue de botanique appliquée et d'agriculture tropicale, bull (122), 809-816.
- (6) DOI K., 1989
Effets du Glucomannane (Konjac) sur le métabolisme du glucose et des lipides chez les sujets normaux et diabétiques. Premiers entretiens de Phytomédecine à Marrakech. Laboratoire Gerbiol. Editions Louis Pariente. 27-30.
- (7) ENGLER A., 1930.
Araceae - Lasioideae
Pflanzenreich, Paris, 61-109.
- (8) GIACOSA A., FRASCIO F., SUKKAR S.G., FERRO M., 1990
Diminution du poids et sensation de satiété après utilisation du glucomannane chez le sujet obèse.
Médecine et chirurgie digestives - 19 (2), 132-134.
- (9) HSU H.Y., CHEN Y.P., SHEN S.J., HSU C.S., CHEN C.C., CHANG H.C., 1986.
Oriental materia medica : A concise guide,
Oriental Healing Arts Institute, Taiwan, 793.
- (10) JOUBAUD F., BOUCHER L., 1989
Efficacité du Konjax 750*** associé à un régime hypocalorique dans 39 cas de surcharge pondérale.
Premiers Entretiens de phytomédecine à Marrakech. Laboratoire Gerbiol. Editions Louis Pariente. 69-72.

- (11) KATO K., MASUDA K., 1969
Studies on the chemical structure of Konjac mannan.
Part I. Isolation and characterization of oligosaccharides from the partial acid hydrolyzate of the mannan.
Agric. Biol. Chem., 33 (10), 1446-1453.
- (12) KATO K., NITTA M., MIZUNO T., 1973
Infrared spectroscopy of some mannans,
Agric. Biol. Chem., 37 (2), 433-435.
- (13) KATO K., WATANABE T., MATSUDA K., 1970
Studies on the chemical structure of Konjac Mannan
Part II. Isolation and characterization of oligosaccharides from the Enzymatic Hydrolyzate of the Mannan.
Agric. Biol. Chem., 34 (4), 532-539.
- (14) KIRIYAMA S., ENISHI A., YURA K., 1984
Inhibitory effect of Konjac Mannan on Bile Acid transport in the everted sacs from Rat Ileum.
The Journal of Nutrition 104, 69-78.
- (15) KIRIYAMA S., MORISAKI H., YOSHIDA A., 1970
Changes in hypocholesterolemic Activity in Rats by various konnyaku Powder Treatments.
Agric. Biol. Chem., 34(4), 641-643.
- (16) KIRIYAMA S., OKAZAKI Y., YOSHIDA A., 1969
Hypocholesterolemic effect of Polysaccharides and Polyssaccharide-rich Foodstuffs in cholesterol-fed Rats
J. Nutrition, 97, 382-388.
- (17) KISHIDA N., OKIMASU S., KAMATA T., 1978
Molecular weight and intrinsic viscosity of Konjac glucomannan,
Agric. Biol. Chem., 42 (9), 1645-1650.
- (18) MABBERLEY D.J., 1987
The plant-book : A portable dictionary of the higher plants.
Cambridge University Press, New-York, 38-39.
- (19) MAEDA M., SHIMAHARA H., SUGIYAMA N., 1980
Detailed examination of the branched structure of Konjac glucomannan.
Agric. Biol. Chem., 44 (2), 245-252.
- (20) MIZUTANI T., 1983
Effect of Konjac Mannan on Dimethylhydrazine-induced Intestinal carcinogenesis in Fisher 344 Rats.
Cancer Letters, 19, 1-6.
- (21) MOTTE J., 1932
Le konnyaku du Japon
Ann. Mus. Colon. Marseille, 10 (IV), 1-22

- (22) MURATA, T. 1975
Composition of soluble nucleotides in growing corms of *Amorphophallus Konjac* C. Koch.
Agric. Biol. Chem., 39 (7), 1401-1406.
- (23) OHWI J., 1965
Flora of Japan
Smithsonian Institution, Washington, 255.
- (24) PAILLIEUX A., BOIS D., 1899
Le potager d'un curieux : Histoire, culture et usages de 250 plantes comestibles peu connues ou inconnues.
Libr. Agric. de la maison rustique, Paris, 289-299.
- (25) REFFO G.C., GHIRARDI P.E., FORATTINI C., 1988
Glucomannan in hypertensive out patients : pilot clinical trial
Current therapeutic research, 44 (1), 22-27.
- (26) RENARD E., BRINGER F., JAFFIOL C., ORSETTI A., MIROUZE J., 1991
Diabete non insulino-dependant et intolérance au glucose : effet des fibres de Glucomannane sur la glycémie et l'insulinémie.
Sem. Hôp. Paris, 67 (6), 153-157.
- (27) ROI J., 1955
Traité des plantes médicinales chinoises
Le chevalier P., Paris, XLVII, 336-337.
- (28) ROLAND A., 1989
Aspects chimiques des polysaccharides non absorbables du genre *Amorphophallus*. Applications à l'espèce *Amorphophallus Rivieri* Durieu, variétés *Konjac Engler*.
Premiers entretiens de Phytomédecine à Marrakech. Laboratoire Gerbiol - Editions Louis Pariente. 11-14.
- (29) SASTRAPRADJA S., HAMBALI GC., PRANA TK., 1984.
Edible Amorphophallus and its related species in Indonesia, Clarendon Press, Oxford, 15-20.
- (30) SENUC N., 1989
Réduction pondérale et Glucomannane d'*Amorphophallus Konjac*.
Premiers Entretiens de Phytomédecine à Marrakech. Laboratoire Gerbiol. Editions Louis Pariente. 73-76.
- (31) SHIMAHARA H., SUZUKI H., SUGIYAMA N., NISIZAWA K., 1975.
Partial purification of β -mannanases from the konjac tubers and their substrate specificity in relation to the structure of *Konjac glucomannan*
Agric. Biol. Chem., 39 (2), 301-312.
- (32) SMITH F., SRIVASTAVA HC., 1959
Constitutional studies on the glucomannan of *Konjac* flow.
J. Am. Chem. Soc., 81, 1715-1718.
- (33) SUGIYAMA N., SHIMAHARA H., ANDOU T., 1972.
Studies on mannan and related compounds. I - the Purification of *konjac mannan*.
Bull chem. soc. of Japan, 45, 561-563.

- (34) SUGIYAMA N., SHIMAHARA H., ANDOH T., TAKEMOTA M., 1973
Konjac mannanase from the tubers of *Amorphophallus Konjac* C. Koch
Agr. Biol. Chem., 37 (1), 9-17.
- (35) SUGIYAMA N., SHIMAHARA K., ANDOU T., TAKEMOTO M., KAMATA T., 1972.
Molecular weights of Konjac mannans of various sources.
Agric Biol. chem., 36 (8) 1381-1387.
- (36) TAKAHASHI R., KUSAKABE I., KUSAMA S., SAKURAI Y., MURAKAMI K., MAE KAWA A., SUZUKI T., 1984.
Structures of Glucomanno-oligosaccharides from the hydrolytic products of Konjac glucomannan Produced by a β mannanase from streptomyces sp.
Agric. Biol. Chem., 48 (12), 2943-2950.
- (37) TSUJI K., NAKAGAWA Y., 1984.
Effects of simultaneous feeding of konjac Mannan Lipid levels in hypercholesterolemic rats.
Nutrition Reports International - 30 (1) 19-25.
- (38) VENTER C., KRUGER H., VORSTER H., SERFONTEIN W., UBBINK J., DEVILERS L. 1987
The effect of the dietary fibre component Konjac glucomannan on serum cholesterol levels of hypercholesterolemic subjects.
Human Nutrition : Food sciences and Nutrition, 41F, 55-61.
- (39) VORSTER H., DE JAGER J., 1984
The effect of the long term ingestion of Konjac glucomannan on glucose tolerance and immunoréactive insulin values of baboons.
Sa Med J., 64, 805-808.
- (40) VORSTER H., KRUGER HS, FRYLINCK S., BOTHA BJ., LOMBAARD W.A., DE JAGER J. 1985.
Physiological Effect of the Dietary Fibre Component Konjac Glucomannan in Rats and Baboons.
Journal of Plant Foods. 6, 263-274.
- (41) WALSH D., YAGHOUBIAN V., BEHFOROZ A. 1984.
Effect of glucomannan on obèse patients : a clinical study.
International J. Obesity, 8, 289-293.



AUTORISATION D'IMPRESSION

De la Thèse dont l'intitulé est :

le Kouyac. Amorphophallus rivieri Dur.
var. Kouyac. Engl. (Aracées)

CANDIDAT : M Daniele Sadoun

VU

GRENOBLE, le 22/07/91

Le Président du Jury

Alainotte

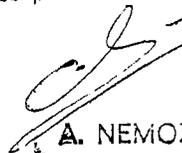
VU

GRENOBLE, le 12/09/91

Le Président de l'Université
Joseph FOURIER GRENOBLE I
Sciences. Technologie. Médecine

Le Président de l'Université
Joseph-Fourier - Grenoble I

06 SEP. 1991


A. NEMOZ

NOM PRENOM

SADOUN Danièle

TITRE DE LA THESE

Le KONJAC - *Amorphophallus rivieri* Durieu variété Konjac Engler (Aracées)

RESUME

Le KONJAC ou *Amorphophallus rivieri* Durieu variété Konjac Engler est une plante vivace, originaire d'Extrême-Orient.

Elle a été introduite au Japon il y a plus de 1000 ans. Sa culture y est aujourd'hui très répandue. En automne, les tubercules sont récoltés et utilisés pour la préparation d'un aliment traditionnel.

Ces tubercules contiennent à maturité une très forte teneur en glucomannane, polysaccharide soluble dont les propriétés physicochimiques (solubilité, viscosité, volume de gélification) permettent d'expliquer les propriétés pharmacologiques du KONJAC : effet coupe-faim et effet hypocholestérolémiant principalement.

Cette étude développe la description botanique et la culture de la plante, la composition chimique, les propriétés physicochimiques et pharmacologiques du tubercule. Elle recense ses utilisations traditionnelles industrielles et alimentaires ainsi que ses utilisations actuelles en diététique.

MOTS CLES : KONJAC - *Amorphophallus rivieri* - Aracées - glucomannane - régime amincissant

JURY : Président Madame A.M. MARIOTTE - Professeur

Madame J. ALARY - Professeur

Madame V. ARGOUD - Docteur en Pharmacie

DATE DE SOUTENANCE : 3 Octobre 1991