

Institut Royal Colonial Belge

SECTION DES SCIENCES NATURELLES  
ET MÉDICALES

Mémoires. — Collection in-8°.  
Tome I, fascicule 5.

Koninklijk Belgisch Koloniaal Instituut

AFDEELING DER NATUUR-  
EN GENEESKUNDIGE WETENSCHAPPEN

Verhandelingen. — Verzameling  
in-8°. — T. I, aflevering 5.

## CONTRIBUTION

A

# L'ÉTUDE HISTOLOGIQUE ET CHIMIQUE

DU

## STERCULIA BEQUAERTI DE WILD.

(*St. Tragacantha* LINDL. var. *cruciata* VERMOESEN)

PAR

Léon ADRIAENS, Émile CASTAGNE et Serge VLASSOV,

Chimistes au Laboratoire de Recherches chimiques et onialogiques  
du Congo belge.



**BRUXELLES**

Librairie Falk fils,

**GEORGES VAN CAMPENHOUT, Successeur,**  
22, Rue des Paroissiens, 22.

1933





CONTRIBUTION  
A  
L'ÉTUDE HISTOLOGIQUE ET CHIMIQUE  
DU  
STERCULIA BEQUAERTI DE WILD.

(*St. Tragacantha* LINDL. var. *cruciata* VERMOESEN)

PAR

Léon ADRIAENS, Émile CASTAGNE et Serge VLASSOV,  
Chimistes au Laboratoire de Recherches chimiques et ontologiques  
du Congo belge.



---

Mémoire présenté à la séance du 19 novembre 1932.

---

CONTRIBUTION  
A  
L'ÉTUDE HISTOLOGIQUE ET CHIMIQUE  
DU  
STERCULIA BEQUAERTI DE WILD.  
(*St. Tragacantha* LINNÉ. var. *cruciata* VERMOESEN)

---

**INTRODUCTION**

Le genre *Sterculia* comporte bon nombre d'espèces utiles, largement répandues dans les régions tropicales : espèces utiles par la gomme que l'arbre laisse suinter, par l'huile dont regorgent les graines, par la matière amylicée dont sont bourrés cotylédons et albumen, par les alcaloïdes logés dans les feuilles et l'écorce.

La présente étude se rapporte au *Sterculia Bequaerti* De Wild., espèce commune au Congo belge.

Dans un premier chapitre nous donnons la description sommaire des *Sterculia indigènes* dans notre colonie, ainsi que le résumé de nos connaissances chimiques au sujet des principales espèces du genre.

Le second chapitre est consacré aux recherches effectuées au Laboratoire de Tervueren sur le *St. Bequaerti* De Wild. Il comporte l'étude histologique et microchimique de la graine, l'analyse chimique immédiate des fruits et

des feuilles, enfin l'examen détaillé des matières grasses et hydrocarbonées.

Bien que nos efforts nous aient permis d'isoler quelques produits nouveaux et d'établir certains faits qui jettent un jour nouveau sur la composition si discutée des huiles d'amande de *Sterculia*, nous n'avons pas la prétention de présenter un travail exempt de lacunes.

Nous espérons que les travaux que nous poursuivons nous permettront de les combler très prochainement.

## PREMIÈRE PARTIE

---

### GÉNÉRALITÉS SUR LES *STERCULIA*

#### A. — Botanique.

Les représentants du genre *Sterculia*, qu'on trouve le plus souvent au Congo belge, sont (1) :

- St. Tragacantha* Lindl.,
- St. Derumieri* De Wild.,
- St. pedunculata* De Wild. et Th. Durand,
- St. quinqueloba* (Gareke) K. Schum.,
- St. katangensis* De Wild.,
- St. Bequerti* De Wild.

Le *St. Tragacantha* Lindl. (*St. pubescens* G. Don, *St. obovata* R. Br.) est une espèce arborescente propre à l'Ouest de l'Afrique tropicale. On le rencontre en Sénégambie, à Sierra-Leone, en Nigérie, au Cameroun, au Gabon, où — d'après Chevalier — il est très commun dans les forêts secondaires, dans l'Angola et au Congo belge.

Dans notre colonie, il est, d'après Vermoesen (2), très abondant dans la forêt mixte de la région des Criques (environs de Malela). Il est répandu sous des formes très variables dans toute l'Afrique tropicale et est présent dans tout le bassin central du Congo.

Arbre majestueux, il est appelé par les indigènes des environs de Kisantu, le « Baobab de la forêt ».

Le tronc cylindrique atteint 75 cm. de diamètre et s'élève à 15 ou 20 m. sous les branches. Celles-ci, pres-

que étalées et fortement ramifiées vers les extrémités, les ramuscules terminaux portant au sommet des panaches de feuilles, donnent à la cime un aspect conique.

Les inflorescences, formées de petites fleurs rougeâtres, ferrugineuses, pourpres, suivies bientôt de follicules rouge-vermeil, le rendent très ornemental. Les fruits déhiscents, groupés à l'extrémité des rameaux en 7 à 8 groupes de 5, sont rosés et duveteux à l'extérieur. Ils contiennent 5 graines noires alternes 3 et 2 (3).

Les indigènes des environs de Ganda-Sundi le dénomment *Dilofo* (Cte J. de Briey). A Kisantu on le connaît sous le nom de *Nkondo di Mfinda* (J. Gillet). Dans l'Angola on l'appelle *Quimdongbia*.

Le *St. Derumieri* De Wild, signalé par le comte J. de Briey dans la région de Ganda-Sundi, (4) est un arbre caractérisé, lui aussi, par sa haute taille (25 m.); mais contrairement au *St. Fragacantha*, la cime est globuleuse, étroite, à branches principales ascendantes. Les ramifications secondaires sont étalées et fortement ramifiées. Les follicules sont étalés par quatre ou cinq, oblongs et acuminés; ils mesurent 40 cm. sur 17 cm. et contiennent 5 graines.

Les indigènes de Ganda-Sundi dénomment cette espèce *Viniu*.

Le *St. pedunculata* De Wild. et Th. Durand, est fréquent dans la région du Tanganika (5).

C'est un arbre de 8 à 10 m., à feuilles caduques, à tronc argenté dont l'écorce s'exfolie et ressemble à celle du platane. Les fruits folliculaires sont réunis par 5 et renferment de 2 à 3 graines luisantes grisâtres.

Les indigènes le désignent sous le nom de *Moko*, *Mapalo* ou *Mopala*.

Le *St. quinqueloba* (Garcke) K. Schum. (6), espèce du Katanga, est un arbre atteignant 22 m. de hauteur, 1 m.

de diamètre et 12 m. sous les branches, à empatement à 1 m. 50 du sol, souvent assez prononcé. Son écorce est luisante et, tout comme les autres *Sterculia*, le tronc laisse suinter une gomme cristalline.

Nom vernaculaire : *Mulende* (de Witte).

Le *St. katangensis* De Wild., découvert au Katanga par Verdick (6), est un arbre à rameaux florifères, à écorce éparsement velue. Le tronc droit et élevé laisse exsuder une gomme argentée.

Vermoesen (2) désigne sous le nom de *St. Tragacantha* Lindl. var. *cruciata* Verm., une espèce abondamment répandue dans le Mayombe. C'est, dit le regretté botaniste, une des essences qui repeuplent immédiatement les anciens défrichements et les cultures abandonnées.

Il décrit l'espèce en ces termes :

*Arbre d'assez grande taille, à tronc droit et assez élancé, mais souvent un peu irrégulier; à empatement ou accotements un peu ailés à la base, mais peu élevés, ne dépassant pas un mètre de hauteur.*

*Ecorce à surface grise un peu verdâtre, plutôt blanchâtre, s'exfoliant par minces lamelles de forme irrégulière, assez grandes, découvrant en tombant, une surface poussiéreuse brune (liber décomposé). Sur des sujets plus jeunes, surface noirâtre, finement craquelée en longueur.*

*Ecorce, en coupe, assez épaisse (0,01 m. environ), très fibreuse, peu humide, se détachant très difficilement de l'aubier, de couleur rouge vineux pâle, passant au blanc jaunâtre vers le cambium; le tout brunissant vite à l'air. Chez les sujets jeunes, l'écorce est souvent plus pâle en coupe et présente des rayons médullaires libériens très prononcés; rhytidôme assez épais par endroits.*

*Feuilles simples, suborbiculaires, très cordées à la base, obtusément acuminées au sommet, à 11 à 13 paires de nervures latérales (dont 3 à 4 partant de la base même du*

limbe, celui-ci paraissant légèrement palminerve); pourvues de petits poils étoilés, épars à la face inférieure; à face supérieure plus ou moins luisante; limbe assez grand, ayant 7 à 14 cm. de longueur sur 5 à 13 cm. de largeur; longuement pétiolées (pétiole = 2,5 à 6 cm. de longueur).

Inflorescences en panicules ramifiées, formées de petites fleurs verdâtres, rougeâtres ferrugineuses, la plupart stériles (fleurs mâles), quelques-unes fertiles (fleurs femelles).

Fruits composés généralement de 4 méricarpes ovoïdes, stipités, disposés en croix sur un gros pédoncule commun et d'un beau rouge à maturité; méricarpes en forme de gousses ovoïdes, courtes et boursouflées, creuses, à parois coriaces, contenant quelques petites graines ellipsoïdes, d'un noir luisant à la surface, insérées le long d'une des sutures et dégageant une odeur désagréable.

Arbres fructifiant abondamment et paraissant couverts de grandes fleurs rouges à la maturité des fruits.

Les indigènes du Mayombe désignent cette espèce sous le nom de *Kombuluka*.

M. De Wildeman, qui consacra son activité à l'étude de la flore du Congo, décrivit dès 1921 (7) une espèce, le *St. Bequaerti* De Wild., dédiée à notre compatriote le D<sup>r</sup> J. Bequaert qui la découvrit en 1917, à Penghe, dans une forêt aux bords de l'Iluri.

Voici la description donnée par l'auteur :

Arbre atteignant 30 m. de hauteur, ramuscules florifères atteignant environ 7 à 8 mm. d'épaisseur, écorce brunâtre à l'état sec, irrégulièrement fissurée; feuilles pétiolées, à pétiole subcylindrique, à poils étoilés, épars, de 3,5 cm. de long; limbe obovale ou ovale, très courtement, plus ou moins brusquement et obtusément acuminé, cordé à la base, à poils étoilés, épars sur le limbe et les nervures des deux faces, à 7 nervures basilaires et à

10 à 12 nervures latérales principales au-dessus des basilaires de chaque côté de la nervure médiane; nervures plus fortement en relief sur la face inférieure que sur la face supérieure; limbe de 11 à 16 cm. de long et 8 à 13 cm. de large, coriace, à stipules rapidement caduques; inflorescences en panicules axillaires pédonculées, à pédoncule nu, velu, brunâtre, à poils étoilés, pouvant atteindre 10 cm. de long; fleurs à pédicelle velu, brunâtre, pouvant atteindre 5 mm. environ de long, calice des fleurs mâles campanulé, à lobes velus intérieurement et extérieurement, de 4 à 5 mm. de long, fleurs mâles rapidement caduques, androcée d'environ 1,5 mm. de long; fleurs femelles à calice velu extérieurement, à ovaire subglobuleux, velu à ovules peu nombreux, fleurs souvent transformées en galles, renfermant une larve; fruits en follicules courtement stipités, ellipsoïdes, légèrement cuspidés, courtement tomenteux extérieurement, au nombre de 2 à 4; graines noirâtres au nombre de 1 à 4 par fruit, celui-ci s'ouvrant à maturité et formant une coupe atteignant 7 cm. de large sur 4 à 7 cm. de long, courtement tomenteux-brunâtre à l'extérieur, densément pubescent intérieurement.

On peut juger d'après les descriptions des deux botanistes que ces deux espèces sont identiques.

Les deux auteurs sont d'accord pour les déclarer très affines du *St. Tragacantha* dont elles diffèrent par les feuilles à limbe nettement cordé à la base et muni de 7 nervures basilaires. M. De Wildeman fait remarquer que le nombre de nervures latérales présentes de chaque côté de la nervure centrale est plus considérable chez le *St. Bequaerti*.

Vermoesen attire spécialement l'attention sur la disposition en croix des méricarpes. C'est ce fait, sans doute, qui l'a incité à créer la variété *cruciata*.

M. Corbisier-Baland, le distingué directeur du Jardin botanique d'Eala, a bien voulu nous faire parvenir, sous



le nom de *Sterculia Tragacantha* Lindl. var. *cruciata* Verm., au nom vernaculaire de *Lintchou*, des graines et des follicules récoltés aux environs d'Eala.

Nous avons soumis ces matériaux d'étude à M. De Wildeman qui voulut bien attirer notre attention sur l'identité de cette espèce avec le *Sterculia Bequaerti* De Wild. qu'il avait décrit avant que Vermoesen ne crée la variété *cruciata*.

## B. — Chimie.

### 1. — GOMMES.

Le genre *Sterculia* compte parmi ses représentants plusieurs espèces fournissant une gomme que le tronc laisse suinter surtout après blessure. Les ouvrages classiques tels que Reutter, Wiesner, Wehmer, Tschirch, Planchon et Collin, font uniquement mention de celle du *St. Tragacantha* et du *St. barteri*. On rencontre souvent sur les marchés des pays d'origine, la gomme du *St. Tragacantha*, analogue à la gomme adragante fournie par divers *Astragalus*. Connue sous le nom de *gomme adragante africaine*, *Afrikanischer Tragant* (Wiesner), *Kuteragummi* (Wehmer), *Sierra Leone Tragant* (Tschirch), elle se présente en masse stalactiforme incolore ou jaune, transparente en couche mince.

La composition chimique du *Tragant de Sterculia* est sensiblement analogue à celle de la gomme adragante vraie. Fluckiger (8) y a trouvé 20 % d'eau et 7,8 % de cendres. Elle exhale une odeur acétique. La solution aqueuse ne précipite pas par l'acétate neutre de plomb, mais fournit un louche par l'acétate basique.

Le microscope permet de différencier les deux sortes de gommes : celle du *Sterculia* n'affecte aucune structure, est dépourvue de granules d'amidon et d'arabine (Hilger) mais comporterait 61 à 75 % de pararabine. D'après Holland (9) la gomme arrive dans le commerce comme succédané de la gomme arabique fournie par les *Acacia*. C'est égale-

lement le cas du *St. tomentosa* du Soudan, donnant la gomme *M'Bep*, qui « sous réserve d'en pouvoir récolter des quantités suffisantes et à un prix accessible » pourrait un jour trouver place dans l'industrie (10).

Le D<sup>r</sup> H. Jacob de Cordemoy (11) affirme que la gomme produite par le *St. Tragacantha* sert surtout à falsifier la gomme du Sénégal venant de l'*Acacia senegal* Willd. Nous ne nous y attarderons pas plus longuement.

## 2. — ALCALOÏDES, HÉTÉROSIDES, HOLOSIDES.

Les feuilles de *St. alata* Roxb. et de *St. balanghas* ont été prescrites comme émollient. Il en est de même du *St. scaphigera* dont les graines ont été préconisées contre les angines, les diarrhées, la dysenterie. Ces assertions ont été infirmées; des expériences ont montré que ces produits étaient simplement émollients.

Dans les Indes Néerlandaises les décoctions d'écorce de *St. foetida* sont parfois utilisées comme abortif (11 bis).

On connaît très peu de chose sur la nature des sucres de la graine et jamais jusqu'ici les féculs n'ont été décrites. Nous aurons l'occasion de revenir sur ces questions au cours de notre travail.

## 3. — OLEAGINEUX.

Parmi les représentants du genre *Sterculia* peu sont considérés comme oléagineux; seul le *St. foetida* est cité par Lewkowitsch (13), Jumelle (14) et Ubbelohde (15) qui, en outre, donne quelques détails sur les *St. chicha*, *St. pruriens* et *St. javanica*.

Dans son « Etude sur les Malvales oléifères », feu le Prof<sup>r</sup> Pieraerts assigne à des graines de *St. Tragacantha* Lindl., originaires de la Guinée française, la composition suivante (12) :

Huile obtenue par extraction à l'éther sulfurique :

A froid . . . . .	22,38 %
A chaud . . . . .	25,44 %

## Huile jaune d'or sans saveur désagréable :

Indice d'acidité. . . . .	8,4
Indice de saponification . . . . .	194,7
Indice d'iode (Wys) . . . . .	66,3
Indice de réfraction à 40° . . . . .	1,4641
Indice de Crismer . . . . .	71,3
Réaction de Halphen . . . . .	positive.

Les graines de *St. urens* Roxb., d'origine indienne, titrent par extraction à l'éther anhydre (12) :

A chaud . . . . .	18,38 %	21,94 %
A froid . . . . .	19,81 %	24,10 %

Les huiles sont d'un jaune or; l'une ne donnant pas lieu à la formation d'un dépôt, l'autre se concrétisant partiellement à bref délai :

Indice d'acidité. . . . .	8,84	19,1
Indice de saponification. . . . .	199,0	192,2
Indice d'iode (Wys) . . . . .	81,1	56,6
Indice de réfraction à 40° . . . . .	1,4643	1,4604
Indice de Crismer . . . . .	64,0	55,5
Réaction de Halphen . . . . .	positive.	positive.

Un fruit frais de *St. chicha* St. Hil. pèse d'après Peckolt 440 gr. et contient 10 graines dont le poids s'élève à 110 gr. Un autre fruit de la même espèce pesait 348 gr. et les 6 graines qu'il contenait représentaient un poids de 82 gr.

Aux amandes fraîches, débarrassées de leur coque, Peckolt assigne la composition (16) :

Humidité . . . . .	59,085	65,000
Huile . . . . .	10,050	14,230
Matières azotées . . . . .	5,370	4,885
Amidon . . . . .	4,762	1,858
Glucose . . . . .	1,220	1,880
Cendres . . . . .	1,778	1,833

M. P. Le Cointe attribue aux graines de *St. pruriens* (Aubl.) Schum., originaires de la Guyane française et répondant au nom vernaculaire de *Touroutier* ou *Mahot-cochon*, la composition suivante (17) :

Poids de la graine 1,1 gr.; proportion d'amande 66 %.

A la presse les amandes fournissent 16 % d'une huile claire et inodore.

Voici les constantes de l'huile :

Densité à 15° . . . . .	0,921
Point de solidification . . . . .	de +5° à -4°
Indice de saponification . . . . .	192,0
Indice d'iode . . . . .	66,0
Indice de réfraction à 15° . . . . .	1,4712

Nous empruntons au récent travail de Halden (18) les données, se rapportant à quelques *Sterculia* peu connus, résumées dans ce tableau :

	<b>Sterculia appendiculata.</b> USAMBARA.	<b>Sterculia chicha.</b> BRÉSIL.	<b>Sterculia diversifolia.</b> AUSTRALIE.	<b>Sterculia javanica.</b> JAVA.
Huile en % :				
Graine . . . . .	28,8	10 à 14	—	—
Amande . . . . .	15,8	—	20 à 22	—
<i>L'huile de la graine entière est caractérisée par :</i>				
Poids spécifique à 15°.	—	0,9343	0,9214—0,9203	0,9223
Indice de réfraction. .	1,4729 (20°)	—	1,4709 (20°)	—
Indice de saponifica- tion . . . . .	185	193,2—195,1	192,8—198	193,3
Indice d'iode . . . . .	82,4	—	101,3—108	83,0

Le *St. diversifolia* contiendrait :

15 à 17,5 % d'acides saturés avec prédominance d'acide palmitique,

70 à 78 % d'acides liquides, titrant de 15 à 20 % d'acide linoléique.

La littérature se rapportant au *St. foetida* est beaucoup plus vaste.

L'huile est connue sous le nom de « Oil of Java-olives », « Java-oliven-öl », « Huile de Kaloempang », « Stinking bean oil », « Bclighosamen-öl ». A Ceylan on dénomme les graines « Tolambo », en Birmanie « Jungle Badam », en Cochinchine « Chin-Chin-Mug ».

D'après Wedemeyer (19), la graine, d'un poids d'environ 2,4 gr., est enfermée dans une fine pellicule noire parcheminée pesant environ 0,15 gr.

La coque qui entoure la graine est dure, de teinte chocolat clair à l'intérieur, brun foncé à l'extérieur.

Les cotylédons blancs, charnus forment la bonne moitié de la graine.

Les coques donnent 9,8 % d'une graisse butyreuse, jaune; les cotylédons, 46,6 % d'une huile liquide, jaune.

Constantes de l'huile :

Acides libres . . . . .	2,6 %
Poids spécifique à 15° . . . . .	0,926
Indice de réfraction à 40° . . . . .	1,4654
Essai Maumené . . . . .	158°
Indice d'iode . . . . .	76,6
Indice de saponification . . . . .	187,9
Indice d'acétyle (Benedikt et Ulzer) . . . . .	23,5
Indice Hehner . . . . .	95,6
Indice Reichert-Meissl . . . . .	0,8
Insaponifiable . . . . .	0,17

Nous relevons dans la dissertation de Bertram (20) que l'huile de « Kaloempang », à indice de saponification de 190,3 et donnant 0,65 % d'insaponifiable, titrerait 17,8 % d'acides saturés, détermination effectuée par l'auteur selon sa nouvelle méthode d'oxydation permanganique.

Une analyse du Koloniaal Museum de Haarlem (21) assi-

gne aux amandes (eetbare kernen) la composition suivante :

Perte de la graine à la décortication . . .	47,5 %
Humidité . . . . .	7,8
Matières azotées (sur matières sèches) . .	19,4
Matières grasses (sur matières sèches) . .	58,65
Hydrates de carbone (sur matières sèches).	9,2

Les graines sont mangées crues ou grillées.

L'huile (Kepoeh- of Ajankangolie) est utilisée pour l'éclairage, parfois dans l'alimentation.

Elle a entre autres constantes :

Poids spécifique à 20° . . . . .	0,9223
Indice de saponification . . . . .	185,7-210,7
Indice d'iode . . . . .	84,0
Point de fusion des acides mélangés . .	29°-30°

Des graines originaires des Philippines, où elles répondent au nom vernaculaire de *Bangar*, comportent (22) :

Cendres . . . . .	3,90
Cellulose . . . . .	5,51
Matières azotées . . . . .	21,61
Matières grasses . . . . .	51,78
Matières amylacées . . . . .	12,10
Sucre . . . . .	5,0

L'huile de *St. foetida* a encore été étudiée par de nombreux auteurs, citons Bolton et Jesson, Brill et Agcaoli, Georgi, etc.

Bontoux a examiné séparément les huiles de coque et d'amande. D'après l'éminent chimiste français, les graines comportent 17 % de pellicule et de pulpe, 30 % de coque et 53 % d'amandes.

Les huiles de coque et d'amande présentent des dissemblances considérables. L'huile d'amande et l'huile totale (Wedemeyer) chauffées vers 240°-245° se transforment avec dégagement de chaleur en une masse solide, semblable à du caoutchouc, tandis que l'huile de coque ne subit pas cette modification.

L'auteur croit pouvoir attribuer cette « transformation à une polymérisation. Etant donné, dit-il, le faible indice d'iode de l'huile, la polymérisation qui s'opère paraîtrait semblable à celle de l'huile de ricin. Toutefois elle ne peut, comme dans le cas de cette dernière, être due uniquement aux acides hydroxylés, puisque les acides gras de l'huile d'amande n'ont qu'un indice d'acétyle de 18,8 ».

Pour des raisons que nous signalerons plus loin, nous ne croyons pas devoir épouser, dans son entièreté, l'opinion de Bontoux pour l'espèce qui nous occupe.

Voulant mettre à profit les propriétés des huiles de *Sterculia* le Prof<sup>r</sup> Heim (23) a étudié les huiles de *St. foetida* en vue de leur utilisation dans la préparation des huiles oxydées pour vernis et huiles factices. Malheureusement les essais ne furent guère encourageants.

Ubbelohde signale la propriété qu'ont les acides mélangés de *St. javanica* de subir un abaissement de leur indice d'iode par vieillissement.

Ainsi, après 45 jours, cet indice passe de 83 à 79.

D'autre part, l'indice de saponification varie selon la durée de l'ébullition; après  $\frac{1}{2}$  heure il est de 139, après  $1\frac{1}{2}$  heure il s'élève à 192,2; en outre, partant d'un indice d'iode de 84,8 pour l'huile, les acides mélangés qui en résultent n'accusent plus que 74,3.

On juge, d'après ces quelques données, combien opportune était l'étude d'un *Sterculia* indigène au Congo belge; combien intéressante devait être la comparaison de ses propriétés avec celles des autres représentants du genre; combien passionnants surtout les essais en vue d'isoler dans l'huile d'amande ce ou ces produits si peu stables au cours des manipulations chimiques. C'est ce qui avait incité feu le Prof<sup>r</sup> J. Pieraerts à pousser ces recherches sur le *St. Bequaerti*. Hélas! la mort vint le surprendre, tandis que du présent travail n'existaient que des ébauches que dans son enthousiasme il nous avait confiées!...

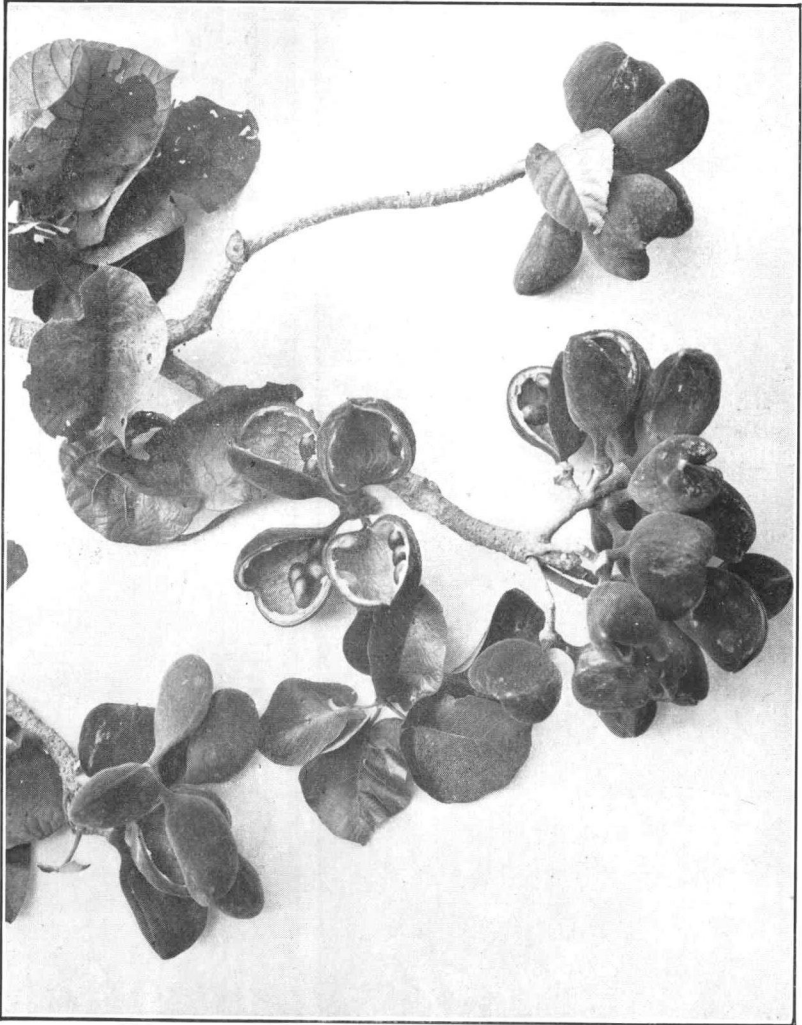


(Cliché A. Corbisier-Baland. Eala.)

*Sterculia Bequaerti* DE WILD.

Sujet adulte dans son milieu naturel. Forêt de l'Équateur.





(Cliché A. Corbisier-Baland. Eala.)

*Sterculia Bequaerti* DE WILD.

Rameau en fruits.

## DEUXIÈME PARTIE

### RECHERCHES

#### RELATIVES AU *STERCULIA BEQUAERTI* DE WILD.

Grâce à la bonne obligeance de M. A. Corbisier-Baland, directeur du Jardin Botanique d'Eala, qui excelle en l'art si difficile de préparer des échantillons botaniques à expédier au loin et auquel nous sommes heureux de pouvoir réitérer nos plus vifs remerciements, nous avons pu recevoir par trois fois des échantillons de graines de *St. Bequaerti* De Wild. (*St. Tragacantha* Lindl. var. *cruciata* Verm.) au nom vernaculaire de *Lintchou*.

Il nous fut permis de la sorte d'en étudier la morphologie et la composition chimique.

### CHAPITRE PREMIER

#### Étude histologique et micro-chimique de la graine.

##### I. — DESCRIPTION DE LA GRAINE. — CARACTÈRES EXTÉRIEURS.

La graine est ovale. Le sommet qui renferme l'embryon est plus évasé que la base. A cet endroit on remarque un triangle blanchâtre à angles arrondis, mesurant en moyenne 3 mm. de haut sur 4 mm. de large; c'est le hile ou point d'attache.

La graine mesure de 14 à 17,5 mm. de hauteur sur 8,4 à 12 mm. de largeur, chiffres extrêmes de 100 mensurations. Poids moyen de 100 graines : 100,8 grammes; moyenne de 10 prises d'essai.

La graine est formée de trois parties : le spermodermes (enveloppe de l'amande), l'albumen (partie moyenne) et l'embryon (partie centrale).

## A. — Spermoderme.

Il est, à son tour, constitué de deux parties : le *testa* (tégument externe) et le *tegmen* (tégument interne).

1. TESTA. — Cassant, peu adhérent au restant de la graine, le testa, qui représente 4,6 % de la masse totale,

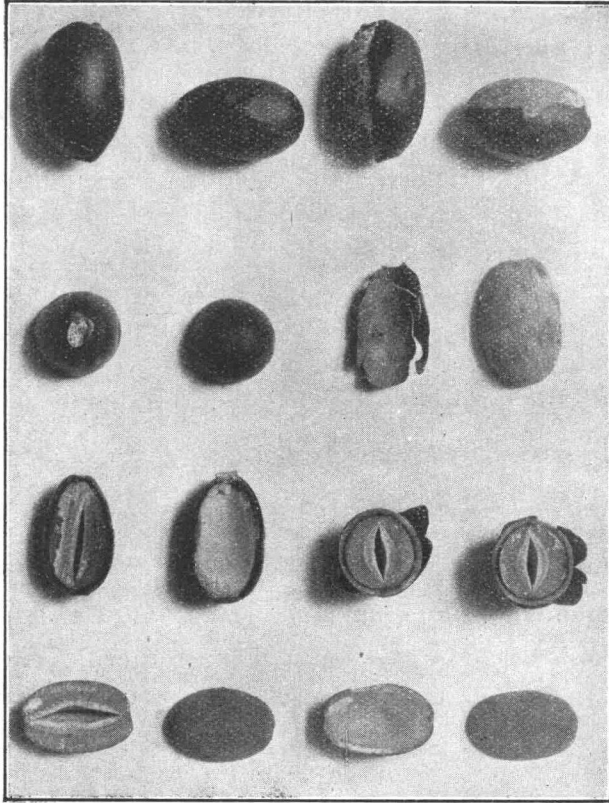


FIG. 1. — Graines de *St. Bequaerti* entières et coupées transversalement et longitudinalement.

est constitué de deux parties : l'une externe, noire, lisse au toucher ; l'autre interne, en union très intime avec la précédente, se présente sous l'aspect d'une membrane très mince, blanchâtre, abondamment sillonnée de stries blanc grisâtre entremêlées, qui sont des vaisseaux spiralisés.

2. **TEGMEN.** — Il est formé de deux parties : l'une externe charnue, l'autre interne, appelée coque. Celle-ci est noire, dure, ligneuse, très résistante, de 390 à 420  $\mu$  d'épaisseur et peu adhérente à l'amande.

Le tegmen représente 35 % du poids de la graine.

B. — **Albumen.**

Il se présente sous forme d'une masse de teinte jaune grisâtre, de deux millimètres d'épaisseur dans la partie médiane et qui enveloppe complètement l'embryon.

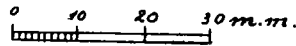
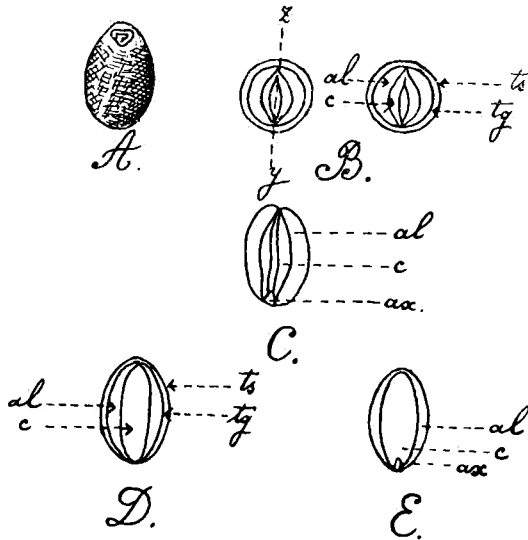


Fig. 2

A=graine entière; B=coupe transversale; C=coupe axiale (longitudinale) perpendiculairement aux cotylédons;

D=coupe longitudinale suivant le plan zy;

E=coupe longitudinale de l'amande suivant le plan zy.

al=albumen; c=cotylédon; ts=testa; tg=tegmen;

ax=axe embryonnaire.

## C. — Embryon.

Il est constitué de deux cotylédons et d'un axe embryonnaire.

Les cotylédons sont égaux, convexes-concaves, blanc jaunâtre et se touchent par les bords pour former une cavité. Au sommet, où ils se joignent, on aperçoit un petit axe embryonnaire qui mesure en moyenne 1,5 mm. de hauteur et 1 mm. de largeur (fig. 1 et 2).

D'après M. Corbisier-Baland, 20 fruits pèsent un kilogramme au moment de la récolte. Secs, ils fournissent 205 grammes de follicules et 140 grammes de graines sèches.

II. — STRUCTURE HISTOLOGIQUE DE LA GRAINE.  
DESCRIPTION ET PROPRIÉTÉS DES AMIDONS.

Examinée au microscope en coupe transversale, la graine de *St. Bequaerti* De Wild. présente de l'extérieur vers l'intérieur la structure subséquente.

## A. — Testa.

La partie noire extérieure du testa mesure de 60 à 80  $\mu$  d'épaisseur. Elle est constituée d'un épiderme et d'une couche sous-épidermique.

L'*épiderme* est formé d'une assise de cellules quadratiques munies de parois présentant un épaissement en forme de fer à cheval (fig. 3). La face externe des parois latérales (radiales ou anticlines) est droite, la face interne s'infléchit légèrement de façon à rejoindre la face extérieure à la base de la cellule. Dans leur partie médiane, les parois latérales (radiales) mesurent environ 4  $\mu$ ; là où elles se réunissent, leur épaisseur diminue. La paroi tangentielle (péricline) a une forme hémisphérique et mesure de 4 à 6  $\mu$  d'épaisseur. La cavité de ces cellules est remplie d'une matière brune très foncée. Vues de face (fig. 4 et 5 faible et grand grossissement) ces cellules sont

polygonales, munies de parois minces ( $2-6 \mu$ ), canaliculées.

La couche sous-épidermique est constituée de 4 ou 5 assises de cellules parenchymateuses, fortement colorées en brun, aplaties, de forme irrégulière et à parois très minces ( $1 \mu$  environ, fig. 3).

La partie membraneuse interne du testa est très mince; elle adhère fortement à la couche sous-épidermique dont

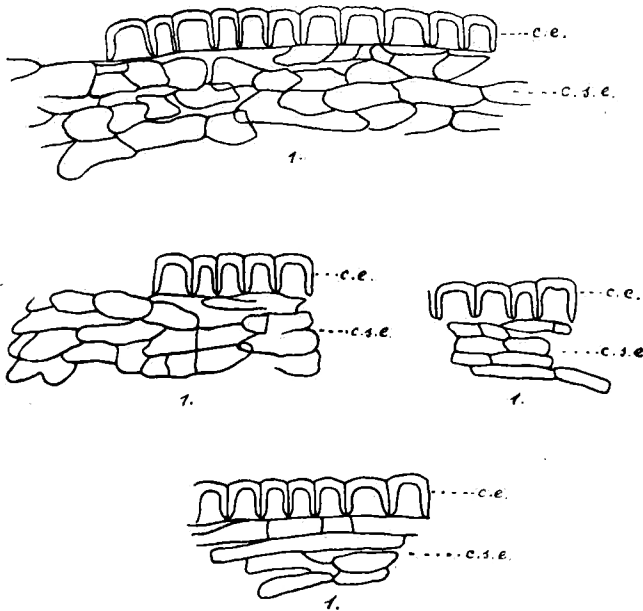


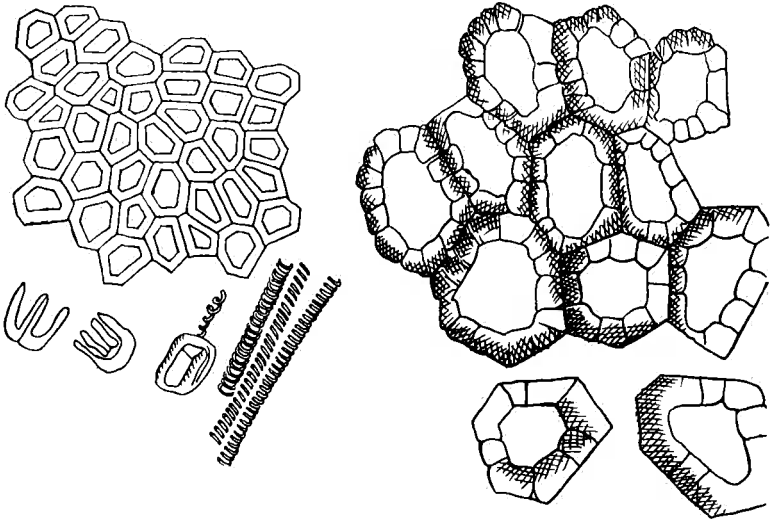
Fig. 3. 

Coupe transversale du testa. — *c.e.* = cellules épidermiques;  
*c.s.e.* = cellules sous-épidermiques.

on parvient à la détacher par un léger grattage au canif. Elle est sillonnée par de nombreux vaisseaux spiralés.

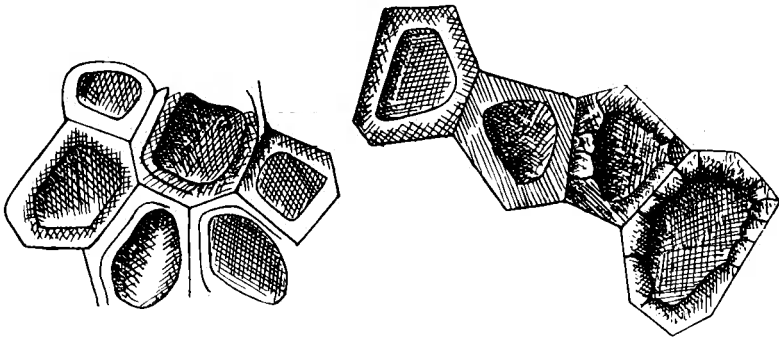
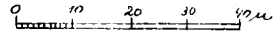
#### B. — Tegmen.

1. COUCHE CHARNUE EXTERNE. — Cette couche de 800 à 1,000  $\mu$  d'épaisseur est très adhérente à la coque et est constituée par de nombreuses assises de cellules polyé-



0 10 30 60  $\mu$  *Fig. 4.*

Coupe longitudinale : cellules épidermiques du testis.



*Fig. 5.* 0 10 20 30 40  $\mu$

Coupe longitudinale : cellules épidermiques du testis.

driques qui s'allongent brusquement dans le sens radial en allant de la coque vers le testa. Les parois de ces cellules ont une épaisseur uniforme de 2,3 à 2,5  $\mu$  dans toute leur étendue, sauf dans les angles, où elles sont parfois légèrement renflées (fig. 6).

Vues de face, ces cellules sont polygonales, irrégulières, de dimensions très variables et disposées sans ordre. Leurs membranes, tantôt droites, tantôt vaguement courbées, ont de 3 à 3,5  $\mu$  d'épaisseur (fig. 7).

Fait remarquable chez les oléagineux, ces cellules contiennent à la fois de la matière grasse et des grains d'amidon; elles sont dépourvues de cristaux d'oxalate de calcium.

Le Rouge Congo à 1 %, la Benzoazurine à 1 %, le Rouge de Ruthénium à 1 % et le Nicholson 6 B à 1 % (procédé de Mangin) ont permis de constater la présence de mucilages cellulosiques et pectosiques, ainsi que l'absence de mucilages callosiques.

#### AMIDON

L'amidon, contenu dans les cellules de cette couche, se compose de grains simples et de grains composés de 2 à 10 granules et d'amas pouvant en contenir un très grand nombre. Les grains simples et composés se rencontrent respectivement dans la proportion de 92,8 % et 7,2 % de leur nombre total, comme il résulte du tableau suivant :

Numéro d'ordre des expé- riences.	NOMBRE DE GRAINS		GRAINS EN %	
	Total.	Composés.	Composés.	Simple.
1	87	7	8,04	91,96
2	156	13	8,33	91,67
3	134	10	7,46	92,54
4	134	8	6,00	94,00
5	114	7	6,14	93,86



Numéro d'ordre des expé- riences.	NOMBRE DE GRAINS		GRAINS EN %	
	Total.	Composés.	Composés.	Simple.
6	97	8	8,24	91,76
7	149	13	8,72	91,88
8	132	12	9,09	90,91
9	142	14	9,86	90,14
10	171	14	8,20	91,80
11	87	7	8,05	91,95
12	81	4	5,00	95,00
13	91	8	8,79	91,21
14	76	3	3,95	96,05
15	84	5	5,95	94,05
16	210	14	6,66	93,34
17	129	5	3,87	96,13
			122,35	1578,25

Soit donc : grains composés, moyenne en % =  $\frac{122,35}{17} = 7,20$ ;  
grains simples, moyenne en % =  $100 - 7,20 = 92,80$  (1).

a) *Les grains simples* sont sphériques, petits, irréguliers et d'un diamètre variant de 1 à 10  $\mu$ . Ceux de 1 à 3  $\mu$  et ceux de 5 à 7  $\mu$  s'observent en quantité sensiblement égale; ceux dont le diamètre se rapproche de 10  $\mu$  sont plutôt rares. Leur transparence est assez grande, il est parfois possible de distinguer 2 ou même 3 grains les uns à travers les autres.

Le hile, central par rapport au contour apparent, est punctiforme et très visible. Les stries sont peu visibles,

(1) Bien entendu, les pourcentages ci-dessus, ainsi que ceux renseignés ultérieurement pour l'amidon de l'albumen et des cotylédons, ne présentent pas des données mathématiques : ce ne sont que des résultats approximatifs qu'on peut tirer des expériences. Notre but ici est de fixer les idées.

elles ne s'aperçoivent que sur les plus gros grains quand on fait varier la mise au point. Après traitement à l'hydrate de chloral à 50 %, elles apparaissent plus nettes et forment des cercles concentriques presque parfaits autour du hile. (Ocul. 5 et obj. E Zeiss, fig. 8, A.)

En lumière polarisée on aperçoit très clairement la croix caractéristique de l'amidon, dont les bras sombres,

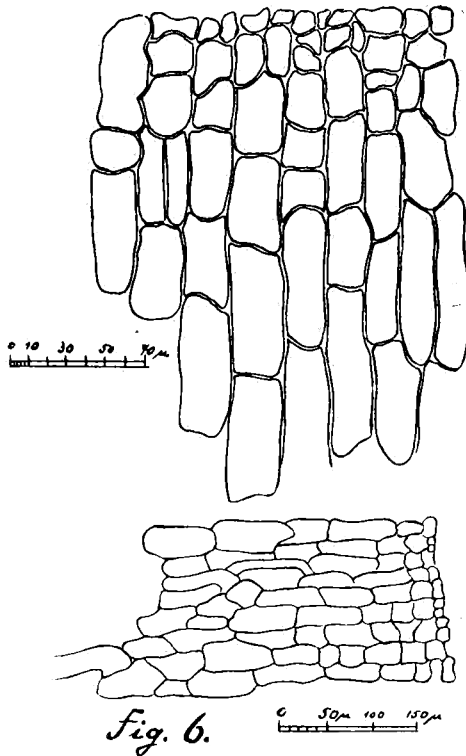
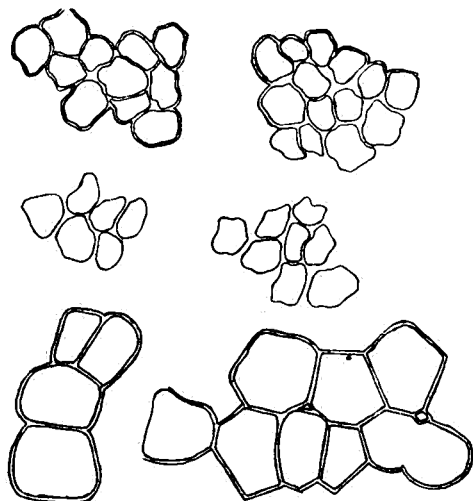


Fig. 6. Coupe transversale du tegmen.  
Cellules de la couche charnue externe.

de largeur égale du centre à la périphérie, se croisent au milieu du grain (fig. 9, A).

b) *Les grains composés* sont formés, comme nous l'avons signalé plus haut, de l'accolement de 2 à 10 grains simples. A côté de ceux-ci on rencontre assez souvent des

amas formés de 10 à 30 grains simples et même davantage. En pressant sur la lamelle qui recouvre la préparation, on voit très nettement que ces amas se retournent et se déplacent comme un tout bien homogène de particules soudées : comme une masse formant entité et dont aucun grain ne se détache. Les granules formant ces



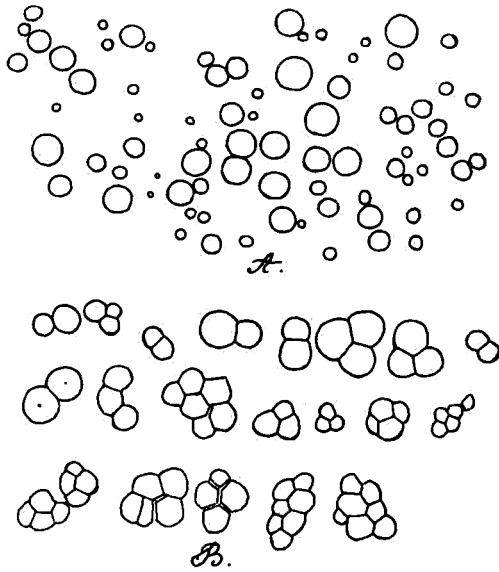
*Fig. 7.* 

Coupe longitudinale du tegmen.  
Cellules de la couche charnue externe.

agglomérats ont les mêmes dimensions que les petits grains simples (3 à 6  $\mu$ , fig. 8, B).

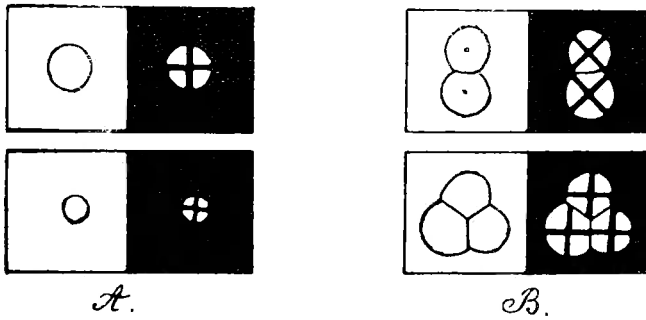
En lumière polarisée nous avons pu constater les croix caractéristiques, non seulement dans les grains composés, mais aussi dans les amas. Toutes les croix sont bien visibles : les plages sombres se croisent au milieu de chaque grain composant (fig. 9, B).

2. COQUE (couche interne du tegmen). — L'amande est entourée complètement d'un tégument dur formé de deux assises cellulaires bien distinctes.



*Fig. 8.* 0 10  $\mu$  20 30 40  $\mu$

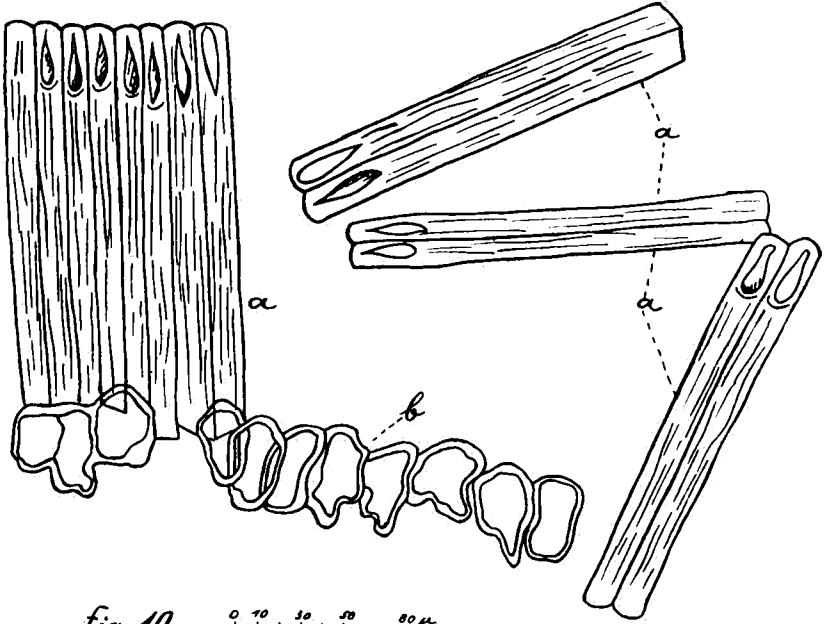
Amidon de la couche charnue externe du tegmen.  
 A=grains simples; B=grains composés.



*Fig. 9.* 0 10  $\mu$  20 30  $\mu$

Amidon de la couche charnue externe vu en lumière naturelle et polarisée. A=grains simples; B=grains composés.

1° Une assise externe, scléreuse, très caractéristique, constituée par des cellules à section prismatique, très allongées, de  $185$  à  $200 \mu$  sur  $16,5$  à  $20 \mu$ , disposées en forme de palissade (fig. 10, *a*). Ces cellules sont surtout caractérisées par la disposition et la forme de leur cavité (lumen) qui rappelle bien le trou d'une aiguille. Ce lumen



*Fig. 10.* 0 10 20 30 40 50 60  $\mu$

Coupe transversale de la coque (couche interne du tegmen).

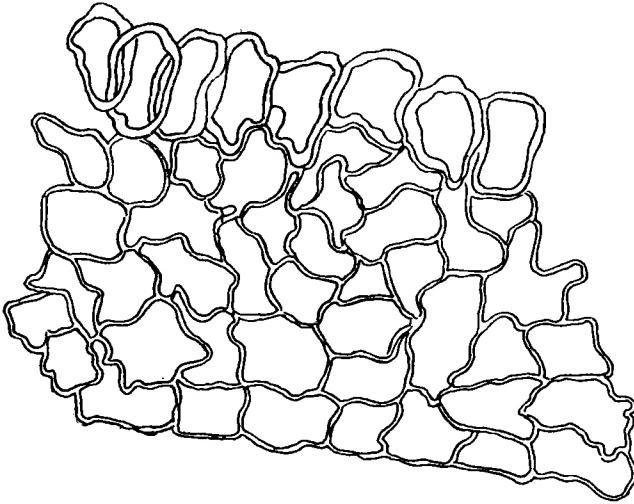
*a* = cellules scléreuses palissadiques

*b* = rangée de cellules de l'assise parenchymateuse.

qui est très étroit ( $6 \mu$  environ dans la partie médiane) et court ( $20$  à  $33 \mu$  de hauteur), ne s'étend pas au delà du sixième supérieur des cellules. Les cinq sixièmes inférieurs sont pleins, fortement sclérifiés, striés radialement. Cette disposition contribue à donner à la coque une très grande résistance. Vues de face, ces cellules sont polygonales, munies de parois fortement épaissies et canaliculées. Le lumen affecte des formes et des dimensions très

différentes : dans la partie médiane, la cavité est la plus grande, vers les extrémités elle diminue graduellement. Les différents aspects des cellules palissadiques, vues de face, sont reproduits dans les figures 12, 13 et 14. Le contenu de ces cellules est coloré en brun ce qui contribue à donner à la coque sa teinte propre;

2° Une autre assise interne, parenchymateuse, de 200 à 225  $\mu$  d'épaisseur et formée de plusieurs assises de



*Fig. 11.* 0 10 30 50 70  $\mu$

Coupe transversale de la coque.  
Cellules de la zone parenchymateuse.

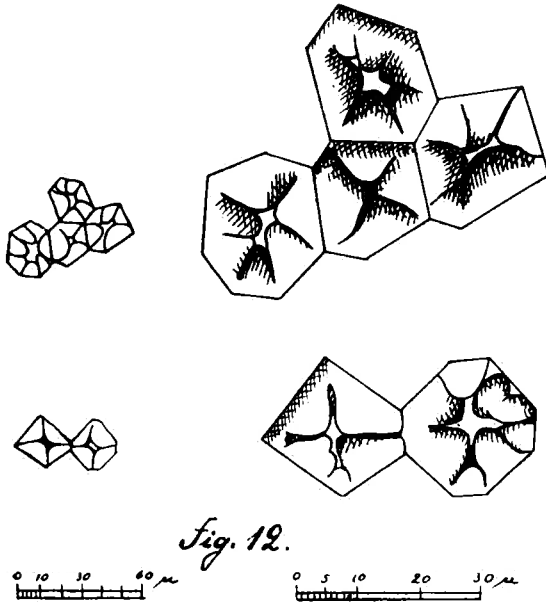
cellules. Celles de la rangée avoisinant les cellules palissadiques sont arrondies, un peu allongées radialement; munies de parois légèrement ondulées de 3 à 6  $\mu$  (fig. 10, *b*). Le reste de la couche est constitué de cellules très irrégulières dans leurs dimensions, leur forme et leur direction, munies de parois sinueuses et ondulées de 1 à 2  $\mu$ . Ces cellules sont fortement colorées en brun, ce qui

rend leur observation très difficile. Ce n'est qu'après traitement de la préparation par la méthode de Claes et Thes, qu'il nous a été possible d'étudier leur forme et leur disposition (fig. 11).

C. — Albumen.

§ 1. — HISTOLOGIE

L'albumen est entouré d'une membrane mince ( $10 \mu$  en moyenne) de couleur café au lait, qui reste fortement attachée à l'albumen. Cette membrane est bordée de cel-



*Fig. 12.*

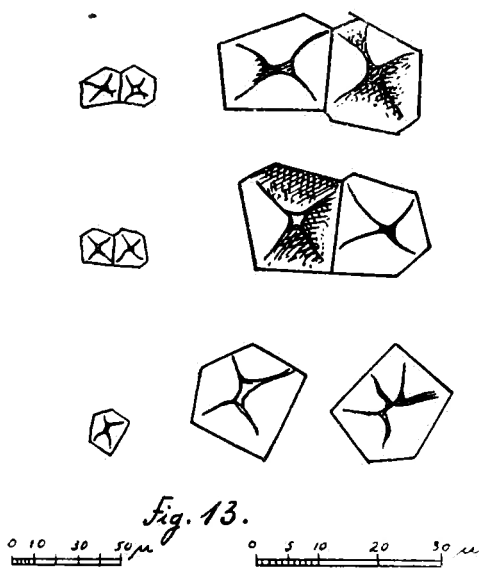
Coupe longitudinale de la coque.

Cellules scléreuses palissadiques, vues de face  
(région du lumen).

lules dont l'observation en coupe transversale est très difficile. Vues de face, au contraire, ces cellules, colorées en brun, montrent nettement leur structure qui est surtout très visible après traitement par la méthode de Claes et Thes. Elles apparaissent alors polygonales, munies de parois minces ( $2 \mu$  environ), finement dentelées, ce qui

leur donne une apparence plissée ou frangée, très caractéristique et bien distincte des autres cellules de la graine (fig. 15, a et c).

La masse de l'albumen est formée d'un tissu de cellules quadratiques qui s'allongent à une faible distance de la périphérie. Ces cellules ont des parois droites ou légèrement ondulées d'épaisseur sensiblement uniforme ( $3\ \mu$  en moyenne), sauf aux angles, où elles sont parfois ren-



*Fig. 13.*  
Coupe longitudinale de la coque.  
Cellules scléreuses palissadiques, vues de face  
(région du lumen).

flées. Vues de face, ces cellules sont polygonales, irrégulières dans leur forme et leur disposition, munies de parois droites et minces ( $3\ \mu$  environ, fig. 15, b, 16 et 18).

Ces cellules sont abondamment garnies de matière grasse et bourrées de grains d'amidon (fig. 17). Comme dans le tegmen, la présence simultanée de globules huileux et d'amidon est un fait à noter.

En outre, ces cellules sont dépourvues de cristaux d'oxalate de calcium. Le réactif au bichlorure de mercure

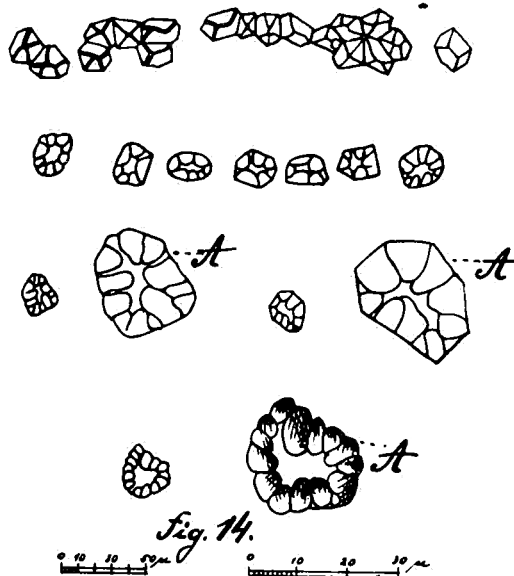


et l'éosine ne révélèrent pas la présence de grains d'aleurone, tout comme le réactif de Senft nous permet de conclure à l'absence de glucose.

## § 2. — AMIDON

### I. — CARACTÈRES MACROSCOPICIQUES DE L'AMIDON D'ALBUMEN.

L'amidon extrait par le procédé « au nouet » est blanc, sans brillant, inodore, très doux au toucher, ne crie pas sous la pression des doigts et présente un aspect grenu à



Cellules scléreuses palissadiques, vues de face  
(région du lumen).

A=cellules à une grande échelle;  
les autres à une petite échelle.

la loupe. Projeté sur la surface de l'eau, il ne s'étale presque pas, mais gagne directement le fond sous forme de petits grumeaux qui se délitent chemin faisant; l'amidon est donc bien miscible.

### II. — CARACTÈRES MICROSCOPICIQUES DE L'AMIDON D'ALBUMEN.

L'amidon de l'albumen est formé de grains simples et de grains composés de 2 à 4 granules. Ces deux formes sont présentées par la figure 19.

Pour déterminer leur pourcentage respectif avec la plus grande approximation possible, nous avons fait deux séries d'observations; dans la première, les grains d'amidon ont été traités par une solution d'iode iodurée; dans la seconde, nous n'avons pas employé ce réactif.

Il résulte des tableaux ci-dessous qu'il y a de 29 à 31,4 % de grains simples et de 68,6 à 71 % de grains composés.

TABLEAU N° I  
Grains traités par une solution d'iode iodurée.

Numéro d'ordre des expé- riences.	NOMBRE DE GRAINS			GRAINS EN %	
	Total.	Simple.	Composés.	Simple.	Composés.
1	49	10	39	20,40	79,60
2	38	18	20	47,30	52,70
3	47	15	32	31,90	68,10
4	44	14	30	31,80	68,20
5	49	16	33	32,60	67,40
6	49	12	37	24,50	75,50
7	53	15	38	28,30	71,70
8	57	14	43	24,60	75,40
9	32	7	25	21,90	78,10
10	42	16	26	38,90	61,10
11	106	30	76	28,30	71,70
12	75	25	50	33,30	66,70
13	68	14	54	20,60	79,40
14	88	18	70	20,50	79,50
15	74	22	52	30,00	70,00
				434,90	1055,10

Soit donc : grains simples, moyenne en % =  $\frac{434,9}{15} = 29$ ;

grains composés, moyenne en % =  $\frac{1065,1}{15} = 71$ .

TABLEAU N° II

Sans emploi d'iode iodurée.

Numéro d'ordre des expé- riences.	NOMBRE DE GRAINS			GRAINS EN %	
	Total.	Simples.	Composés.	Simples.	Composés.
1	59	18	41	30,50	69,50
2	52	10	42	19,20	80,80
3	48	14	34	29,20	70,80
4	71	25	46	35,20	64,80
5	66	26	40	39,40	60,60
6	45	20	25	44,40	55,60
7	50	15	35	30,00	70,00
8	44	13	31	28,50	70,50
9	88	22	66	25,00	75,00
				282,40	617,60

Il résulte donc : grains simples, moyenne en % =  $\frac{282,4}{9} = 31,4$ ;

grains composés, moyenne en % =  $\frac{617,6}{9} = 68,6$ .

**1. GRAINS SIMPLES.** — Ils ont habituellement un contour circulaire, parfois ovale. Leurs dimensions varient de 2,5 à 12  $\mu$  de diamètre, avec une moyenne de 6 à 7  $\mu$  pour la majorité des grains sphériques et 10 sur 7  $\mu$  pour les grains ovales.

Le hile est presque toujours bien visible; il est central par rapport au contour apparent. Généralement il est courtement linéaire, parfois punctiforme ou étoilé. Il est habituellement impossible de distinguer le mode de stratification des grains d'amidon. En faisant varier la mise au point et en exerçant une pression sur la lamelle qui recou-

vre la préparation, on arrive bien à se rendre compte que les stries doivent être concentriques, mais cette structure n'apparaît bien nette que quand les grains ont été traités par l'hydrate de chloral à 50 % ou par l'acide chromique à 1 % additionné d'un peu d' $H_2SO_4$ . Les couches se montrent

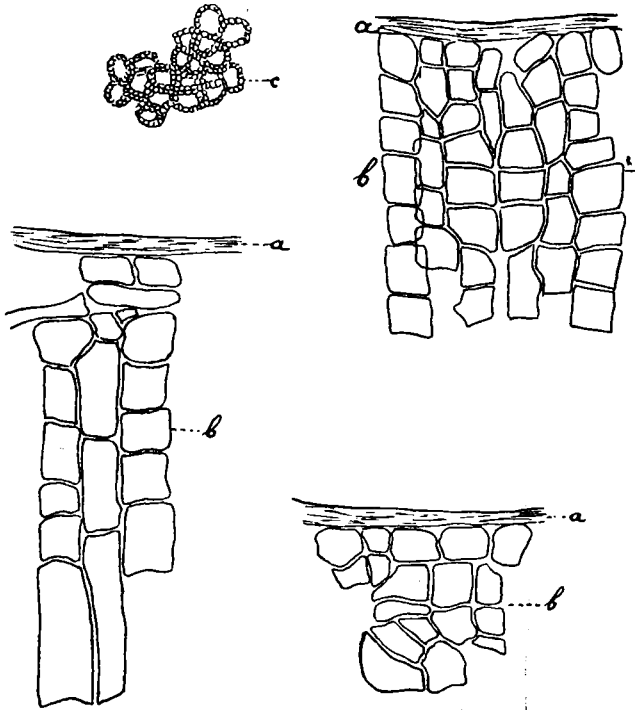
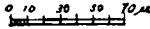


Fig. 15. 

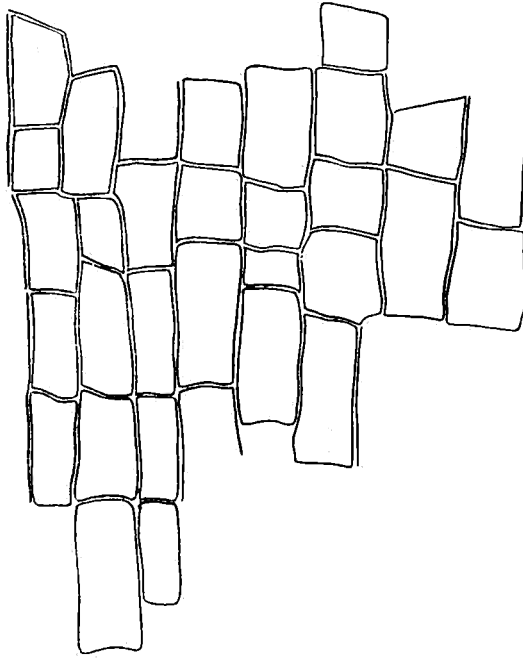
Coupe transversale de l'albumen.  
*a* = membrane de l'albumen; *b* = cellules de l'albumen;  
*c* = cellules frangées de la membrane de l'albumen  
 vues de face.

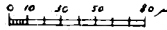
alors très distinctement : elles sont circulaires, concentriques, très serrées et fines.

La lumière polarisée donne une belle croix noire, dont les plages sombres, qui se croisent au hile, ont une largeur égale du centre à la périphérie (fig. 19, s et 20, s).

2. GRAINS COMPOSÉS. — L'examen en lumière ordinaire ne révèle que des grains simples, de forme et de taille assez variables. La lumière polarisée, au contraire, fait découvrir dans beaucoup de ces grains 2, 3 ou 4 hiles, preuve indubitable de leur structure composée (fig. 20, c).

Les grains composés sont des agglomérats de 2 à 3, rarement de 4 grains simples. Leur forme est irrégulière-



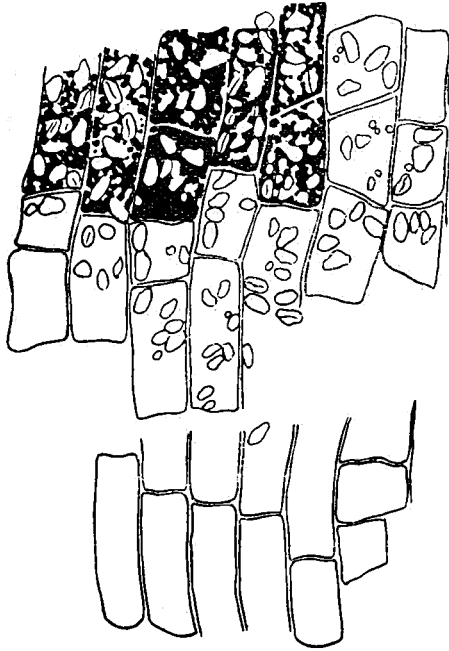
*Fig. 16.*  0 10 20 30 40  $\mu$

Coupe transversale. Cellules de l'albumen.

ment ovoïde, elliptique allongée ou souvent triangulaire à angles arrondis (fig. 19). Leur taille varie de 10 à 27,5  $\mu$  sur 7,5 à 15  $\mu$ , mais la grande majorité d'entre eux ne mesurent que 15 à 20  $\mu$  sur 7 à 10  $\mu$ . Ils montrent, suivant leur grand axe, des fentes ou lignes assez lon-

gues, irrégulières, souvent divergentes, parfois indépendantes les unes des autres, ce qui donne l'impression de craquelures. Les hiles des grains constitutants sont invisibles à de rares exceptions près.

En examinant les grains en lumière polarisée, on

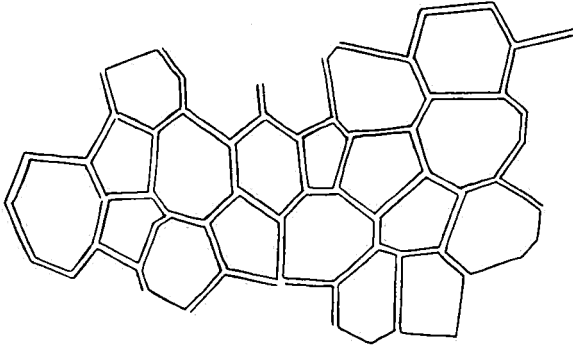


*Fig. 17.* 

Coupe transversale. Cellules de l'albumen remplies de grains d'amidon et de globules d'huile. Ces derniers sont noirs, ayant été traités par le tetroxyde d'osmium qu'ils réduisent à l'état d'osmium métallique noir.

remarque de belles croix noires; chaque grain donne autant de croix qu'il contient de grains simples. Dans beaucoup de cas toutes les croix noires des grains se réunissent pour former une certaine figure (fig. 20, c).

La transparence des grains simples, ainsi que celle des



*Fig. 18.* 0 10 30 60  $\mu$

Cellules de l'albumen vues de face.



*Fig. 19.* 0 10 20 30 40  $\mu$

Amidon de l'albumen. *s* = grains simples; les autres, composés.

grains composés est faible : on ne peut guère apercevoir qu'un grain à travers l'autre.

L'étude des caractères morphologiques a été faite sur l'amidon retiré de l'albumen de la graine par la méthode suivante : une certaine quantité de tourteau complètement dégraissé, a été traitée par l'eau distillée froide dans une capsule. Après une dizaine de minutes on a filtré à travers un linge. C'est sur l'amidon renfermé dans le filtrat que nous avons fait l'étude.

La distinction de l'amidon d'albumen et de cotylédon de *St. Bequaerti* De Wild. d'avec ceux provenant d'autres végétaux est une question qui n'est pas sans intérêt pratique. Elle facilitera l'étude des mélanges de différents amidons et farines. C'est pourquoi nous avons complété l'étude morphologique par l'étude de l'action de quelques réactifs, tels que l'iode à l'état de vapeur et en dissolution, la potasse, l'alcool absolu, l'eau et les diastases saccharifiantes. Ces recherches complémentaires ont été effectuées sur l'amidon obtenu par la méthode classique connue sous le nom de « procédé au nouet ».

### III. — ACTION DES RÉACTIFS.

I. ACTION DE L'IODE. — a) *Vapeur d'iode*. — Pour opérer dans des conditions hygroscopiques définies, nous avons suivi la technique de Planchon et Juillet avec les modifications suivantes :

α) Des quantités égales d'amidon, soit 0,1 gr., préalablement pulvérisées dans un mortier, sont passées à travers un petit tamis à mailles très fines, renfermant trois mailles par millimètre carré, de façon à saupoudrer uniformément de matière tamisée deux porte-objets ordinaires (76 mm. sur 26 mm.).

β) L'un a été mis dans un exsiccateur contenant  $H_2SO_4$  concentré, l'autre a été placé dans un autre exsiccateur ne renfermant qu'un petit cristalliseur rempli d'eau.



Les deux exsiccateurs, lutés à la vaseline, sont placés à l'étuve à 30° pendant 24 heures.

Après ce séjour les deux porte-objets sont déposés sous une cloche de 3 litres environ de capacité à côté d'un verre de montre contenant, étalé sur toute sa surface, deux grammes d'iode bien pulvérisé. Le tout est mis ensuite à l'étuve à 30°, où la cloche avait séjourné préalablement.

Après une demi-heure, nous avons pu observer que l'amidon sec s'est coloré en *café au lait*, l'amidon humide en *gris souris*. A la température du laboratoire ces teintes sont restées inchangées pendant 24 heures.

b) *Solution d'iode dans un tube à essai.* — A défaut de l'ancienne cuillère à grain des pharmaciens, comme le recommandent Planchon et Juillet, nous avons pesé 0,005 gramme d'amidon pulvérisé que nous avons agité dans un petit tube à essai avec 10 cc. d'eau distillée. Puis à l'aide d'une petite pipette nous avons ajouté une goutte de solution d'iode ioduré, contenant 2,5 gr. d'iode plus 5 gr. de KI, dissous dans 1,000 cc. d'eau. Après agitation, le liquide a pris une coloration bleu azur. Par addition d'une nouvelle goutte de réactif et agitation, on a obtenu une teinte plus foncée. Enfin, après addition d'une troisième goutte, le liquide s'est coloré en violet foncé. Après une heure de repos le dépôt d'amidon s'est coloré en violet foncé; le liquide surnageant a pris une teinte azurée. Ces couleurs sont restées sans modifications pendant 72 heures, le tube étant bouché à l'ouate.

2. ACTION DE LA POTASSE. — On sait que les solutions d'alcalis caustiques et tout spécialement la potasse, à moins qu'elles soient très peu concentrées, font gonfler tous les amidons en les hydratant et les dissolvant rapidement. Cette action est beaucoup plus énergique que celle des acides. Pour mesurer l'action de la potasse et en tirer d'utiles indications pour la diagnose des amidons étudiés, nous avons employé les solutions fondamentales devenues

classiques, à savoir : les « Solutions de Bellier n° 1, 2, 3 » et les solutions n° 4, A, B, C, D et E, préconisées par MM. L. Planchon et A. Juillet.

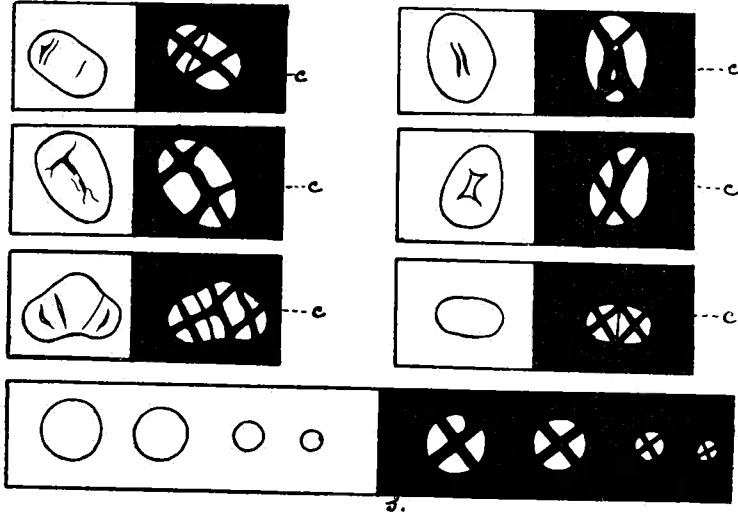
Ces solutions potassiques peuvent se classer comme suit d'après leur richesse croissante en potasse :

Auteurs.	Désignation.	COMPOSITION
Planchon et Juillet.	N° 4	Mélange en parties égales d'eau et de solution n° 3.
	N° 3	Contenant 100 cc. de réactif n° 1 et 300 cc. d'eau distillée.
Bellier.	N° 2	Contenant 100 cc. de réactif n° 1 et 5 cc. de glycérine à 30°.
	N° 1	Contenant 4,35 gr. de potasse, 15 cc. de glycérine à 30° et 85 cc. d'eau distillée.
Planchon et Juillet.	A	Contenant 4,5 gr. de potasse et 15 cc. de glycérine à 30° pour 100 cc.
	B	Contenant 4,75 gr. de potasse et 15 cc. de glycérine à 30° pour 100 cc.
	C	Contenant 5,5 gr. de potasse et 15 cc. de glycérine à 30° pour 100 cc.
	D	Contenant 6 gr. de potasse et 15 cc. de glycérine à 30° pour 100 cc.
	E	Contenant 7 gr. de potasse et 15 cc. de glycérine à 30° pour 100 cc.

Les solutions ci-dessus ont été titrées avec une exactitude très rigoureuse; une différence de quelques centigrammes peut fausser complètement les résultats.

L'examen en lumière ordinaire, des préparations traitées par les solutions de potasse, montre qu'il se produit une certaine augmentation du volume des grains, bien que leur forme et leur contour restent inchangés pendant plusieurs semaines. Par contre, la visibilité du hile et des stries n'est guère altérée. Nous avons dès lors songé à

examiner les préparations en lumière polarisée. Ces observations nous ont permis de suivre avec grande facilité l'action modificatrice de la potasse sur la structure cristalline des grains. On peut voir ainsi que la croix de polarisation perd sa netteté, devient de plus en plus sombre, pour finir par disparaître complètement. Ce passage par



*Fig. 20.* 0 10 20 30 40 50  $\mu$

Amylose de l'albumen, vu à la lumière naturelle et polarisée.  
c = grains composés; s = grains simples.

différents stades dépend de la concentration des solutions potassiques.

Nous pensons que cette nouvelle manière de procéder pourra fournir des indications précieuses pour la diagnose des féculés dont la forme ne s'altère pas sous l'action des alcalis. C'est pourquoi, dans cette étude, nous avons accordé toute notre attention à cette propriété du pouvoir polarisant et nous avons noté, avec le plus de soins possible, les différentes modifications qui se produisent sous l'action de la potasse.

En observant le mode opératoire et toutes les précau-

tions recommandées par MM. Planchon et Juillet, nous avons obtenu les résultats suivants :

*Solutions 4 et 3.* — Elles sont sans action, même après 12 jours de contact; le hile demeure toujours bien visible et sans modifications; la croix de polarisation reste très nette (ocul. 3 et obj. C Zeiss) et la visibilité des stries n'a pas varié.

*Solution 2.* — Son action est nette, l'amidon se gonfle légèrement et très lentement sans toutefois se dissoudre complètement. On en aperçoit toujours très clairement les contours. Après 3 heures, le gonflement s'arrête. Le hile devient invisible après 30 minutes de contact. Le pouvoir polarisant disparaît assez vite; ainsi, après 10 minutes d'action, sur 103 grains, se trouvant dans le champ du microscope, 26 seulement présentent encore la croix de polarisation. Après 20 minutes, il n'y en a plus que 6 et après 30 minutes, il n'en est plus resté que 4. En somme, après 40 minutes, le pouvoir polarisant n'existe plus.

Voici un tableau montrant la marche du gonflement, en prenant comme point de comparaison les variations de grandeur du petit axe du grain :

Désignation des grains.	LONGUEUR DU PETIT AXE DES GRAINS EN MICRONS							
	Au début.	Après 15 minutes.	Après 25 minutes.	Après 35 minutes.	Après 50 minutes.	Après 1 heure et 5 min.	Après 3 heures et 5 min.	Après 4 heures et 5 min.
<i>a</i>	13,2	15,0	16,5	19,8	19,8	26,4	26,4	26,4
<i>b</i>	9,9	13,2	19,8	19,8	19,8	26,4	26,4	26,4
<i>c</i>	9,9	13,2	13,2	13,2	13,2	19,8	19,8	19,8

Après 12 jours, la préparation s'était très bien conservée et les grains d'amidon avaient conservé leur forme et leurs contours. La croix de polarisation n'existait plus.

*Solution 1.* — Son action est beaucoup plus énergique que celle de la solution précédente. Les grains d'amidon

gonflent rapidement, mais légèrement; ce gonflement s'arrête après 15-20 minutes environ. Les grains se gélifient légèrement, cependant que leurs contours restent longtemps bien visibles. Le hile disparaît immédiatement et rapidement. La croix de polarisation disparaît très vite; après 2 minutes de contact, sur 115 grains il n'y en avait que 18 ayant conservé leur pouvoir polarisant. En général, après 6-7 minutes le pouvoir polarisant n'existe plus.

Les tableaux subséquents contiennent les chiffres montrant les étapes du gonflement.

TABLEAU N° I (GRAINS SPHÉRIQUES)

Désignation des grains.	LONGUEUR DU GRAND AXE DES GRAINS EN MICRONS					
	Au début.	Après 8 minutes.	Après 18 minutes.	Après 1 heure et 18 minutes.	Après 2 heures et 23 minutes.	Après 2 heures et 58 minutes.
<i>a</i>	6,6	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8
<i>b</i>	9,9	26,4	29,7	33,0	33,0	33,0
<i>c</i>	23,1	29,7	33,0	33,0	33,0	33,0
<i>d</i>	19,8	23,1	26,4	26,4	26,4	26,4

TABLEAU N° II (GRAINS OVALES)

Désignation des grains.	LONGUEUR DU GRAND AXE DES GRAINS EN MICRONS			
	Au début.	Après 5 min.	Après 20 min.	Après 35 min.
<i>a</i>	19,8	39,6	56,1	59,4
<i>b</i>	19,8	33,0	33,0	36,3
<i>c</i>	19,8	33,0	36,0	36,0
<i>d</i>	19,8	26,4	26,4	29,7
<i>e</i>	13,2	19,8	23,1	26,4

La préparation s'est conservée en parfait état pendant plus d'un mois. Après ce temps les grains d'amidon avaient très bien gardé leurs contours. Le pouvoir polarisant n'existait plus.

*Solution A.* — Elle agit immédiatement et rapidement. Au bout de 15 minutes le gonflement s'arrête; les grains deviennent plus transparents. Ils conservent longtemps leurs contours. Le hile disparaît immédiatement. Les stries deviennent invisibles. Après 2-3 minutes d'action, le pouvoir polarisant n'existe plus.

*Solution B.* — Elle provoque un gonflement rapide, mais faible, qui prend fin au bout de 10-13 minutes. L'amidon devient plus transparent, mais ne disparaît pas; on en aperçoit toujours très nettement les contours. Le hile et les stries sont invisibles. Les grains perdent leur pouvoir polarisant au bout de 2 minutes.

*Solution C.* — Son action est semblable à celle de la solution B, mais un peu plus énergique. Elle fait gonfler les grains sans les dissoudre. Le pouvoir polarisant disparaît après une minute d'action.

Voici quelques chiffres, montrant le caractère de gonflement des grains :

TABLEAU N° I (GRAINS SPHÉRIQUES)

Désignation des grains.	LONGUEUR DU DIAMÈTRE DES GRAINS EN MICRONS				
	Au début.	Après 6 minutes.	Après 11 minutes.	Après 21 minutes.	Après 31 minutes.
<i>a</i>	19,8	26,4	29,7	29,7	29,7
<i>b</i>	19,8	33,0	33,0	39,6	39,6
<i>c</i>	13,2	26,4	33,0	39,6	39,6

TABLEAU N° II (GRAINS OVALES)

Désignation des grains.	LONGUEUR DU GRAND AXE DES GRAINS EN MICRONS			
	Au début.	Après 6 min.	Après 19 min.	Après 34 min.
<i>a</i>	26,4	52,8	59,4	59,4
<i>b</i>	33,0	52,8	52,8	52,8
<i>c</i>	39,6	66,0	72,6	79,2

*Solution D.* — Elle attaque énergiquement les granules d'amidon qui gonflent rapidement, mais faiblement, comme dans les cas précédents. Ils conservent bien leur forme initiale. Au bout de 30-35 secondes le pouvoir polarisant n'existe plus. Le tableau subséquent montre l'action de la solution sur les grains d'amidon :

Désignation des grains.	LONGUEUR DU DIAMETRE DES GRAINS EN MICRONS					
	Au début.	Après 5 minutes.	Après 11 minutes.	Après 16 minutes.	Après 21 minutes.	Après 26 minutes.
<i>a</i>	19,8	39,6	39,6	39,6	39,6	39,6
<i>b</i>	26,4	46,2	52,8	52,8	52,8	52,8
<i>c</i>	33,0	46,2	46,2	46,2	46,2	46,2

*Solution E.* — Elle agit comme la précédente, mais plus vivement. La disparition du pouvoir polarisant est instantanée; il n'existe plus après 20-25 secondes : temps nécessaire pour préparer et placer la préparation sur la platine du microscope et faire la mise au point. Pendant le contour des grains reste longtemps visible.

**3. ACTION DE L'EAU.** — On sait que l'amidon, insoluble dans l'eau, s'hydrate dans l'eau chaude, en se transfor-

mant en une masse gélatineuse et translucide, nommée « empois ». Toutefois il demeure un résidu dit « amylose insoluble » qui ne se dissout totalement que sous pression, à une température voisine de  $135^{\circ}$ . Comme l'ont démontré Lippmann et Lintner, cette transformation de l'amidon en empois ne s'opère pas à la même température pour les grains de diverses provenances botaniques. Ces savants, indépendamment l'un de l'autre, ont déterminé, pour différentes sortes d'amidon, les températures exactes de trois points critiques, à savoir : commencement de gonflement, commencement et achèvement de formation d'empois. Ces déterminations peuvent servir à différencier les amidons.

Pour déterminer ce caractère chez les grains d'amidon de l'espèce étudiée, nous avons opéré de la manière suivante : un gramme d'amidon est mouillé avec 5 c.c. d'eau distillée froide et bien mélangé dans un petit mortier. La masse crémeuse obtenue est transvasée à l'aide de 45 c.c. d'eau dans un flacon de 50 c.c. de capacité à col cylindrique de 3 cm. de hauteur et de 2 cm. de diamètre. Le flacon est placé dans un vase de Berlin de 500 c.c. de capacité contenant assez d'eau pour dépasser de 1 cm. le niveau de liquide du flacon. Le tout est placé dans un bain d'eau. Pour trouver les températures de commencement et de fin de formation d'empois, nous avons plongé un thermomètre dans le flacon contenant l'amidon, de façon à ce que sa cuvette se trouve à 1 cm. du fond.

On chauffe doucement et graduellement, tout en remuant constamment les liquides au moyen d'agitateurs, pour le bain d'eau et le vase de Berlin, du thermomètre pour le flacon avec l'amidon. Pour chaque degré d'augmentation de la température nous avons prélevé une goutte de liquide, renfermant l'amidon, que nous avons examinée au microscope.

Nous avons constaté que la température de commen-



cement de formation d'empois est de 62°C, la température d'achèvement d'empois est de 71°C; la durée de l'expérience étant de 5 heures.

En se basant sur les données de Lippmann, on constate que la température de commencement de formation d'empois pour l'amidon d'albumen de *St. Bequaerti* est à peu près la même que celle du tapioca (62°5); la température d'achèvement de formation d'empois se place entre celles des amidons de Sagou (70°C) et de Sarrazin (71°2 C).

4. ACTION DE L'ALCOOL ABSOLU. — On sait que, mis au contact avec l'amidon, l'alcool absolu lui enlève une partie de son eau de constitution. Il produit donc un effet contraire de celui de la chaleur et de la potasse. Sous son action les grains se contractent et les stries disparaissent petit à petit, le hile seul restant toujours visible. Malgré tout, phénomène curieux, les grains conservent bien leur pouvoir polarisant. On peut donc conclure que la déshydratation n'atteint pas la structure moléculaire des grains.

Pour étudier l'action de l'alcool absolu sur les grains d'amidon de *St. Bequaerti*, nous avons pris un milligramme environ d'amidon, que nous avons placé dans un flacon bouché à l'émeri, contenant 2 c.c. d'alcool absolu. Immédiatement après, nous avons prélevé deux gouttes du mélange que nous avons examiné au microscope. Les mêmes essais ont été répétés à des intervalles de temps ne dépassant pas 10 à 20 minutes. Après avoir examiné de nombreuses préparations nous avons pu constater les particularités suivantes :

a) En faisant varier la mise au point, on peut remarquer que dans beaucoup de grains les stries persistent à la périphérie : elles sont fines et concentriques; l'évaporation de l'alcool accentue leur visibilité (Observations faites avec l'oculaire 5 et l'objectif E de Zeiss);

b) Les grains d'amidon traités par l'alcool absolu ne se

contractent pas d'une façon appréciable (oculaire micro-métrique 3 et objectif C de Zeiss);

c) La lumière polarisée donne toujours une croix très nette sur tous les grains (oculaire 3 et objectif C de Zeiss).

Nous avons pu observer ces particularités même après huit jours de contact avec l'alcool absolu.

#### IV. — ACTION DES DIASTASES SACCHARIFIANTES.

Pour ces études nous avons employé l'amylase Merck, Darmstadt.

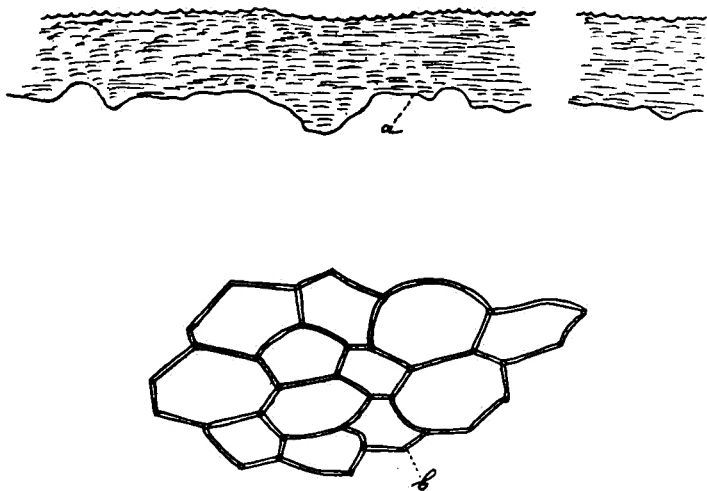
Comme l'hydrolyse de l'amidon crû par des ferments amylolytiques exige plusieurs semaines, nous avons opéré sur l'empois.

1 gr. d'amidon est bien mélangé dans un petit mortier avec 3 c.c. d'eau. Le lait d'amidon formé est versé par petites portions dans un flacon de 50 c.c. de capacité, contenant 30 c.c. d'eau bouillante, puis soumis à l'ébullition pendant 10 minutes pour transformer l'amidon en empois. Après refroidissement du liquide à 55°, nous y avons ajouté 3 c.c. d'eau, contenant 0,1 gr. d'amylase et nous avons porté au volume de 50 c.c. à l'aide d'eau à 55°. Le flacon a été maintenu à une température de 60° à 65°, en employant le même dispositif que celui dont on s'est servi pour étudier l'action de l'eau. D'autre part, nous avons préparé une série de tubes à essai contenant chacun 1 c.c. d'eau et une goutte d'iode ioduré, renfermant 2,5 gr. d'iode + 5 gr. KI dans 1,000 c.c. d'eau. Toutes les deux minutes nous avons prélevé dix gouttes d'empois que nous avons mis dans un tube à essai. De cette façon nous avons obtenu une série de teintes passant du violet foncé au jaune, par le bleu, le bleu très pâle et le vert. Nous avons ainsi constaté que l'hydrolyse complète d'un gramme d'amidon étudié par 0,1 gr. d'amylase demande 30 minutes.

## D. — Embryon.

## § 1. — HISTOLOGIE

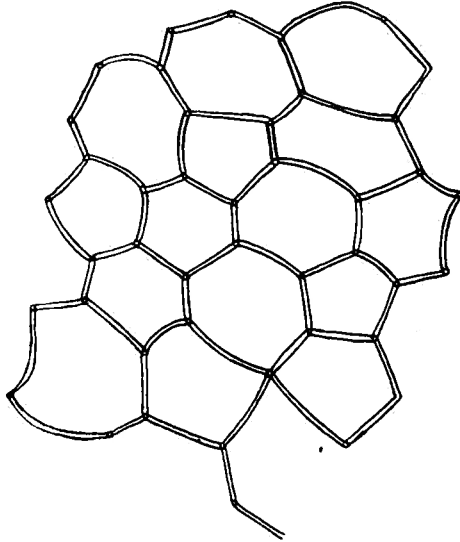
Les cotylédons sont séparés de l'albumen par un épiderme mince (en moyenne 40-57  $\mu$  d'épaisseur), très adhérent, qu'on ne peut séparer qu'après macération dans l'eau pendant environ 24 heures. En coupe transversale

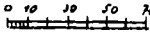
*Fig. 21.*

Cellules d'épiderme des cotylédons.  
*a* = en coupe transversale; *b* = vues de face.

les parois des cellules sont difficiles à observer (fig. 21, *a* et 23, *b*). Vues de face, au contraire, on distingue très nettement leur structure. Ces cellules sont polygonales, de 34 à 37  $\mu$  sur 43 à 63  $\mu$ , irrégulières dans leurs dimensions, leur forme et leur direction; elles sont munies de parois minces (environ 3  $\mu$ ; fig. 21, *b* et 22). La masse du cotylédon est formée de deux couches de cellules. L'une externe enveloppant complètement le tissu sous-jacent est composée d'une rangée de cellules prismatiques à parois droites, légèrement allongées dans le sens radial, dispo-

sées en forme de palissade. L'autre, interne, également constituée de cellules vaguement prismatiques, dont la dimension augmente sensiblement en se rapprochant du centre du cotylédon. Leurs parois, faiblement ondulées, mesurent en moyenne 2-3  $\mu$  sauf dans les angles, où



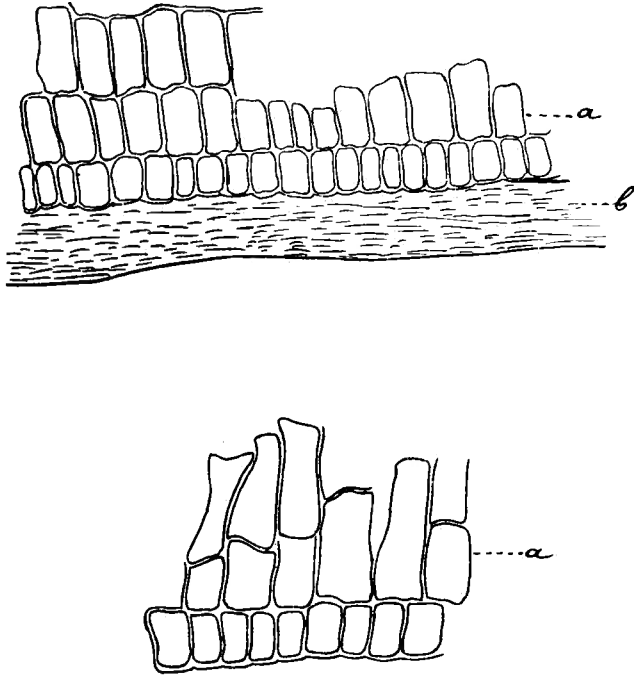
*Fig. 22.*  0 10 30 50 70  $\mu$

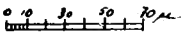
Cellules d'épiderme des cotylédons, vues de face.

leur épaisseur augmente (fig. 23, *a* et 24). Vues de face les cellules de ces deux couches présentent des aspects bien différents. Celles de la couche externe (fig. 25, *a*) sont polygonales, irrégulières dans leur forme, leur disposition et leur dimension. Les plus grandes ne dépassent pas 23 sur 16  $\mu$  et sont munies de parois droites d'environ 1 à 2  $\mu$  d'épaisseur. Les cellules de la couche interne sont nettement plus grandes que les précédentes. Elles sont aussi polygonales, mais souvent arrondies dans les angles, munies de parois minces (environ 2  $\mu$ ), parfois faible-

ment ondulées. Leur forme, leur direction et leurs dimensions sont irrégulières. Leur taille prédominante varie de 30 à 36  $\mu$  sur 16 à 22  $\mu$ .

Comme les cellules de l'albumen, celles des cotylédons sont abondamment garnies de matière grasse et gorgées



*Fig. 23.*  0 10 20 30 40 50 60 70  $\mu$ .

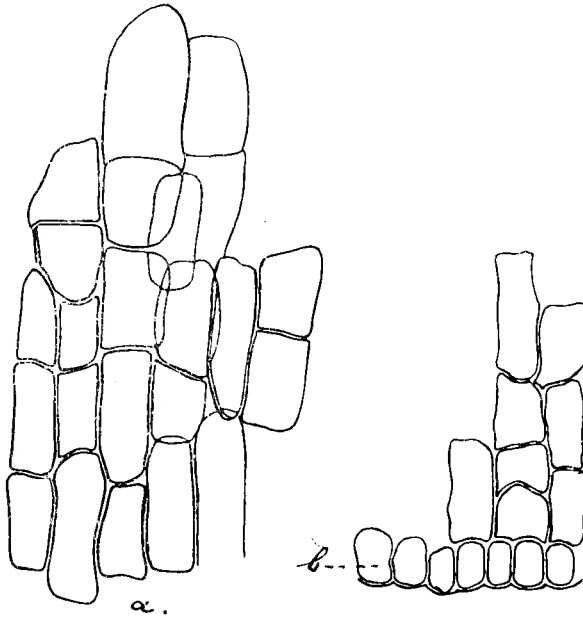
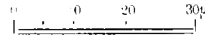
Cellules d'épiderme des cotylédons, section transversale.  
*a* = cellules du cotylédon; *b* = épiderme.

de grains d'amidon; dépourvues de glucose, de cristaux d'oxalate de calcium et de grains d'aleurone. Des poches sécrétrices sont éparpillées dans toute l'épaisseur des cotylédons (fig. 26).

## § 2. — AMIDON

I. — CARACTÈRES MACROSCOPIQUES DE L'AMIDON  
DE COTYLÉDONS.

L'amidon est blanc clair, sans brillant et sans odeur, un peu dur au toucher par suite de la présence de petits grumeaux. Il ne donne pas aux doigts la sensation de fraî-

*Fig. 24.*

Cellules du cotylédon. Coupes transversales.  
*a* = partie centrale; *b* = partie périphérique.

cheur que produit la fécule de pommes de terre et ne crie pas sous la pression des doigts. A la loupe il a un aspect grenu. Projeté sur l'eau, contenue dans un tube à essai, il s'étale à la surface : seulement une partie des grumeaux gagne peu à peu le fond du liquide sans se dissocier. La majorité de l'amidon reste à la surface.

II. — CARACTÈRES MICROSCOPIQUES DE L'AMIDON  
DE COTYLÉDONS.

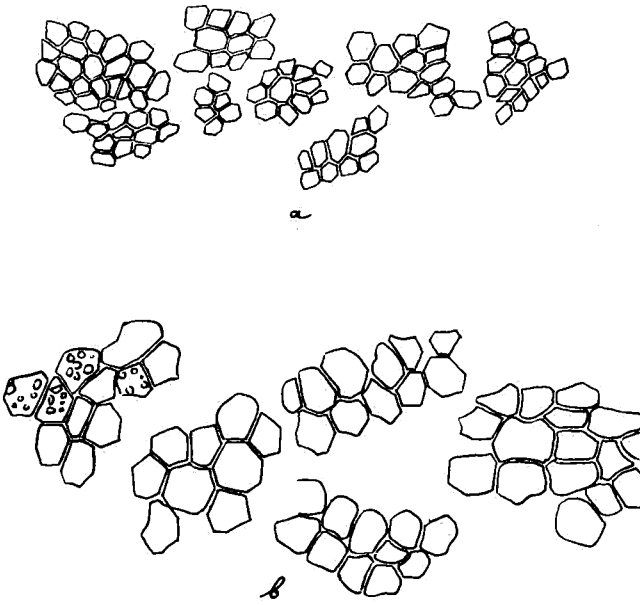
L'amidon de cotylédons de *St. Bequaerti* est constitué de grains simples et de grains composés de 2 à 5 granules. Ces deux formes sont représentées par la figure 27.

1. GRAINS SIMPLES. — Contrairement à ce qui se passe dans l'albumen, ce sont les grains simples qui prédominent. Leur proportion est de 95 %, tandis qu'il n'y a que 5 % de grains composés. Ces chiffres sont tirés des données consignées dans le tableau subséquent :

Numéro d'ordre des expé- riences.	NOMBRE DE GRAINS			GRAINS EN %	
	Total.	Simple.	Composés.	Simple.	Composés.
1	67	63	4	94,10	5,90
2	66	63	3	95,46	4,54
3	118	111	7	94,10	5,90
4	117	110	7	94,02	5,98
5	91	85	6	93,40	6,60
6	118	111	7	94,07	5,93
7	116	111	5	95,69	4,31
8	92	86	6	93,48	6,52
9	130	127	3	97,70	2,30
10	109	102	7	93,58	6,42
11	125	117	8	93,60	6,40
12	100	91	9	91,00	9,00
13	143	140	3	98,00	2,00
14	101	98	3	97,03	2,97
15	92	88	4	95,65	4,35
16	114	111	3	97,37	2,63
17	229	215	14	93,89	6,11
				1612,14	87,86

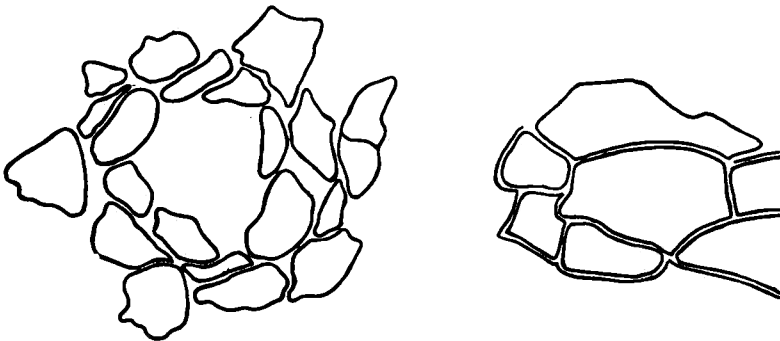
Soit donc : grains simples, moyenne en % =  $\frac{1612,14}{17} = 94,84$ , soit 95 %;

grains composés, moyenne en % =  $\frac{87,86}{17} = 5,16$ , soit 5 %.



*Fig. 25.* 0 10 20 30 40 50 60  $\mu$

Coupes longitudinales du cotylédon.  
*a* = cellules de la partie périphérique; *b* = cellules de la couche interne.



*Fig. 26.* 0 10 20 30 40 50 60 70 80  $\mu$

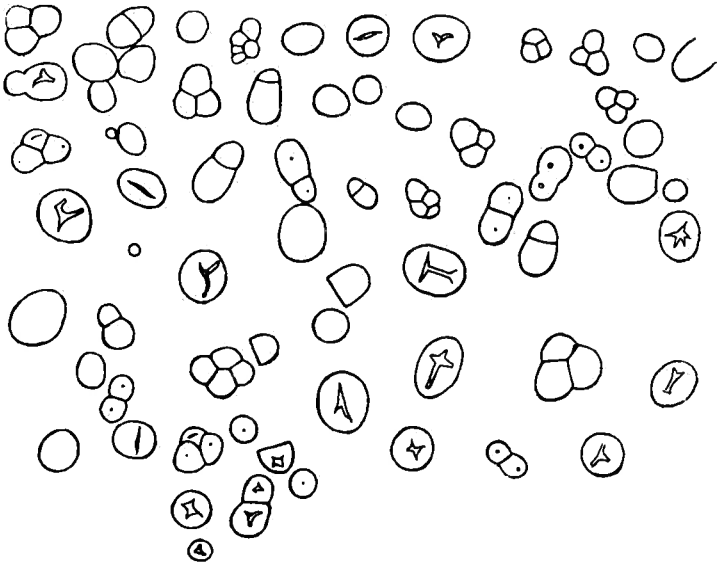
Coupe transversale du cotylédon. Poches sécrétrices.



Les grains sont sphériques, souvent ovoïdes ou en forme de cloche, limités par une face plane et par une calotte excédant généralement la demi-sphère. Ils mesurent de 2,5 à 12,5  $\mu$ ; ceux de 5 à 10  $\mu$  prédominent.

Le hile est bien marqué; il est central par rapport au contour apparent, quelquefois punctiforme ou en fente droite, rarement ramifié, souvent étoilé.

Les stries sont visibles, surtout sur les plus gros grains,



*Fig. 27.* 

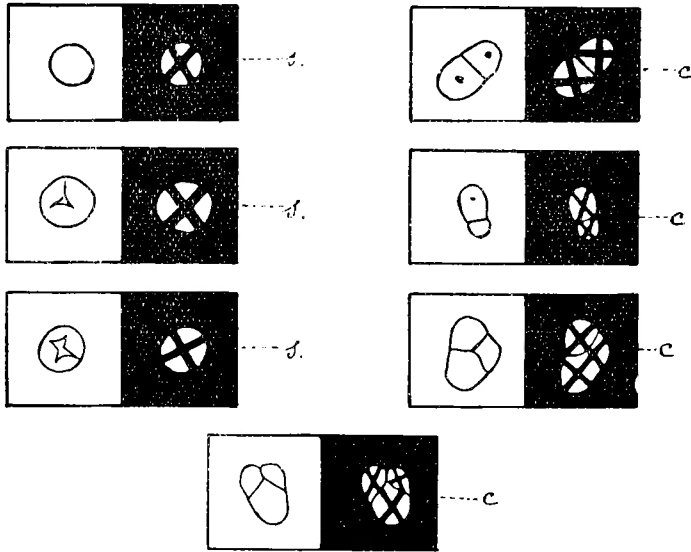
Amidon de cotylédons. Grains simples et composés.

en faisant varier la mise au point; elles sont circulaires et nettement concentriques.

Ces grains, examinés en lumière polarisée, montrent une belle croix noire dont les bras sont de largeur égale de leur point d'intersection à la périphérie (fig. 27 et 28, s).

2. GRAINS COMPOSÉS. — Contrairement à ce que l'on observe pour les grains composés de l'albumen, ceux des cotylédons se décèlent très aisément. Ils sont, comme nous

l'avons fait remarquer plus haut, formés de l'accolement de 2 à 5 grains simples, avec prédominance des agglomérats de 2 à 3 grains. Ceux de 4 sont peu fréquents et ceux de 5 très rares. La taille de ces grains varie de 7,5 à 15  $\mu$  sur 5 à 10  $\mu$ . Les grains composants portent le plus souvent un hile central, bien visible; dans beaucoup de cas il



*Fig. 28.* 0 10 $\mu$  20 $\mu$  30 $\mu$

Amidon de cotylédons, vu à la lumière naturelle et polarisée.  
s = grains simples; c = grains composés.

est punctiforme et parfois courtement linéaire. Les stries ne sont visibles qu'à la périphérie, en faisant varier la mise au point.

Lorsqu'on examine des grains en lumière polarisée, on voit de belles croix noires en nombre correspondant à celui des grains constituants (voir fig. 28, c).

La transparence des grains simples et des grains composés est faible : on ne peut apercevoir qu'un grain à travers l'autre.

Nous avons procédé pour l'étude de cet amidon de la même manière que pour celle de l'albumen. On se rap-

portera donc à ce qui a été dit plus haut concernant les procédés opératoires employés.

### III. — ACTION DES RÉACTIFS.

#### 1. ACTION DE L'IODE.

α) Les vapeurs d'iode colorent l'amidon sec en « café au lait » légèrement jaunâtre; l'amidon humide devient « gris souris » sombre.

β) Mis en suspension dans un tube à essai, il se colore en bleu azuré avec une goutte, en bleu foncé avec deux gouttes et en violet avec trois gouttes d'iode ioduré. Après une heure de repos le dépôt d'amidon s'est coloré en violet foncé et le liquide surnageant en bleu.

#### 2. ACTION DE LA POTASSE.

*Solutions 4 et 3.* — Celles-ci sont sans action. Les préparations, examinées après 21 jours de contact, gardent toujours les hiles visibles. En faisant varier la mise au point, on peut apercevoir les stries, mais seulement vers la périphérie des grains; elles sont fines et concentriques (oculaire 5 et objectif E Zeiss).

La croix de polarisation est très nette.

*Solution 2.* — Son action est très faible. Elle détermine un léger gonflement des granules amylicés qui conservent bien leur forme et leur contour. Le hile s'étale en une large tache ou plutôt en un rond brillant. Beaucoup de grains ont perdu leur pouvoir polarisant, mais certains l'ont conservé même après 35 jours de contact. Parmi ceux-ci, les uns montrent une croix de polarisation très nette, les autres ne présentent plus qu'une croix peu distincte. Il est à noter que ce sont surtout les gros grains qui ont perdu leur pouvoir polarisant (oculaire 3 et objectif C Zeiss).

En faisant varier la mise au point, quelques grains montrent les stries à leur périphérie.

Le tableau subséquent permet d'apprécier l'augmentation de volume des grains d'amidon.



*Solution A.* — Celle-ci détermine un gonflement appréciable, comme il ressort des tableaux ci-dessous. Après 1 mois et demi de contact, la forme et le contour des grains restent bien visibles. La croix de polarisation disparaît après quatre minutes. Dès le commencement de l'expérience le hile et les stries deviennent invisibles.

TABLEAU N° I (GRAINS SPHÉRIQUES)

Désignation des grains.	LONGUEUR DU DIAMÈTRE DES GRAINS EN MICRONS						
	Au début.	Après 5 minutes.	Après 7 minutes.	Après 2 heures et 7 min.	Après 2 heures et 17 min.	Après 2 heures et 37 min.	Après 2 heures et 47 min.
<i>a</i>	13,2	19,8	26,4	29,7	29,7	29,7	29,7
<i>b</i>	6,6	9,9	13,2	19,8	19,8	19,8	19,8
<i>c</i>	9,9	13,2	13,2	19,8	23,1	23,1	23,1
<i>d</i>	13,2	19,8	23,1	26,4	26,4	26,4	26,4

TABLEAU N° II (GRAINS OVOÏDES)

Désignation des grains.	LONGUEUR DU DIAMÈTRE DES GRAINS EN MICRONS					
	Au début.	Après 10 minutes.	Après 25 minutes.	Après 40 minutes.	Après 50 minutes.	Après 60 minutes.
<i>a</i>	16,5	42,9	46,2	52,8	52,8	52,8
<i>b</i>	9,9	13,2	19,8	19,8	19,8	19,8

*Solution B.* — Elle produit un gonflement analogue à la précédente, mais la disparition du pouvoir polarisant est encore plus rapide : au bout de deux minutes il n'existe plus. Le hile et les stries disparaissent au commencement de l'expérience. Les grains deviennent transparents, mais leur forme et leur contour se conservent très nettement même après un mois et demi de contact.

Dans le tableau subséquent on peut se rendre compte de l'augmentation de volume des grains.

Désignation des grains.	LONGUEUR DU DIAMETRE DES GRAINS EN MICRONS								
	Au début.	Observations à 10 minutes d'intervalle.					Observations à 15 minutes d'intervalle.		Après 2 heures.
<i>a</i>	13,2	23,1	23,1	23,1	23,1	26,4	26,4	26,4	26,4
<i>b</i>	9,9	13,2	13,2	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5
<i>c</i>	13,2	16,5	16,5	16,5	16,5	19,8	19,8	19,8	19,8
<i>d</i>	16,5	19,8	19,8	19,8	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1
<i>e</i>	6,6	9,9	9,9	9,9	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2
<i>f</i>	6,6	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9

*Solution C.* — Elle gélifie rapidement tous les grains, mais sans dissolution complète : leur contour et leur forme restent bien visibles, même après un mois et douze jours de contact. Les grains gonflent peu, mais très rapidement, avec disparition simultanée du hile et des stries. Au bout de 30 secondes le pouvoir polarisant n'existe plus.

Le tableau suivant montre la marche du gonflement :

Désignation des grains.	LONGUEUR DU DIAMETRE DES GRAINS EN MICRONS					
	Au début.	Après 10 minutes.	Après 20 minutes.	Après 30 minutes.	Après 60 minutes.	Après 1 heure et 25 minutes.
<i>a</i>	9,9	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2
<i>b</i>	9,9	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2
<i>c</i>	13,2	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8
<i>d</i>	13,2	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8
<i>e</i>	13,2	19,8	19,8	19,8	19,8	23,1
<i>f</i>	13,2	19,8	19,8	23,1	23,1	23,1
<i>g</i>	13,2	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8

*Solution D.* — Elle gélifie et gonfle les grains comme la solution C. Les contours restent cependant bien visibles après un mois et 10 jours de contact. La croix de polarisation, le hile et les stries disparaissent instantanément.

Le tableau suivant montre la marche du gonflement des grains.

Désignation des grains.	LONGUEUR DU DIAMETRE DES GRAINS EN MICRONS				
	Au début.	Après 5 minutes.	Après 15 minutes.	Après 40 minutes.	Après 3 heures et 15 minutes.
<i>a</i>	6,6	13,2	13,2	13,2	13,2
<i>b</i>	9,9	13,2	13,2	13,2	13,2
<i>c</i>	13,2	19,8	19,8	19,8	19,8
<i>d</i>	13,2	26,4	26,4	26,4	26,4
<i>e</i>	19,8	33,0	33,0	33,0	33,0
<i>f</i>	13,2	16,5	16,5	16,5	16,5

*Solution E.* — Elle a une action analogue à la précédente. Les contours des grains restent très nets et bien visibles, même après un mois et 10 jours de contact.

Le gonflement des grains se passe comme suit :

Désignation des grains.	LONGUEUR DU DIAMETRE DES GRAINS EN MICRONS					
	Au début.	Après 5 minutes.	Après 10 minutes.	Après 20 minutes.	Après 35 minutes.	Après 55 minutes.
<i>a</i>	29,7	42,9	46,2	46,2	46,2	46,2
<i>b</i>	19,8	26,4	26,4	26,4	26,4	26,4
<i>c</i>	19,8	26,4	26,4	26,4	26,4	26,4

Il est à remarquer que les chiffres, signalés sous la rubrique « au début », doivent être un peu inférieurs,

car pendant le temps nécessaire pour mesurer le premier grain « a », les autres ont déjà augmenté de volume, surtout que le gonflement se passe immédiatement et très rapidement.

**3. ACTION DE L'EAU.** — La température de commencement de formation d'empois est de 66°C, celle de l'achèvement est de 74°C. D'après les données de Lippmann, l'amidon de cotylédons de *St. Bequaerti* doit être rangé par sa température de commencement de formation d'empois, entre l'amidon de froment (65° C) et celui de *Maranta arundinacea* (66°25 C); par sa température d'achèvement, entre l'amidon de sarrazin (71°2 C) et celui de gland (87°55 C).

**4. ACTION DE L'ALCOOL ABSOLU.** — Les expériences ont donné les résultats suivants :

a) Le hile reste bien visible sous forme d'un point noir. En faisant varier la mise au point, on continue à voir les stries à la périphérie des grains (oculaire 5 et objectif E Zeiss).

b) Les grains d'amidon ne se contractent pas d'une façon appréciable (oculaire microm. 3 et objectif C Zeiss).

c) La lumière polarisée donne toujours une belle croix noire sur tous les grains (oculaire 3 et objectif C Zeiss).

Nous avons pu constater ces particularités sur les grains, même après neuf jours de contact avec l'alcool absolu.

#### IV. — ACTION DE L'AMYLASE.

La durée de saccharification d'un gramme d'amidon, transformé en empois, par 0,1 gr. d'amylase, s'effectue totalement en 18 minutes à la température de 60°.

\*  
\* \*



En résumé, l'étude histologique et microchimique a permis de mettre en évidence :

1° les cellules épidermiques du testa à épaissement caractéristique (fig. 3);

2° les cellules scléreuses palissadiques de la coque (fig. 10 *a*, 12, 13 et 14);

3° les cellules frangées de la membrane, entourant l'albumen (fig. 15 *a*, *c*);

4° la présence de poches sécrétrices dans les cotylédons.

En outre, elle a permis d'établir dans les cellules du tegmen, des cotylédons et de l'albumen la présence simultanée de globules huileux et de granules d'amidon.

L'étude des féculés, provenant de ces trois éléments, a fait ressortir leurs caractères distinctifs.

Ceux-ci portent plus particulièrement sur la différence frappante de leur forme, de leur dimension, de leur transparence et de leur résistance à l'action de la potasse. Celle-ci est particulièrement intéressante à signaler, surtout si l'on suit son action au moyen de la lumière polarisée. Tandis que pour obtenir une attaque immédiate des grains d'albumen, il suffit d'avoir recours à la solution A, contenant 4.5 % de potasse, il faut utiliser la solution B, riche de 4.75 %, pour l'amidon de cotylédons.

Notons de plus que l'action de la potasse à 7 % n'altère pas la forme des grains d'amidon de cotylédons et d'albumen.

---

## CHAPITRE II

**Étude chimique immédiate des fruits et des feuilles.**

## A. — GRAINE.

## 1. — Testa noir parcheminé (tégument externe).

Humidité (100°)	10,94
Matières sèches	89,06

*Cent parties en poids de matières sèches contiennent :*

Matières minérales <i>totales</i>	4,37
Matières minérales <i>solubles</i> dans l'eau	2,43
Matières minérales <i>insolubles</i> dans l'eau	1,94
Azote total	1,84
Matières azotées totales (6,25)	11,50
Extrait pétroléique	2,98
Extrait étheré	1,40
Extrait chloroformique.	0,97
Cellulose (Weende interverti)	36,12
Pentosanes	8,51
Matières hydrolysables par $H_2SO_4$ à 5 % (en dextrose)	21,60
Sucres réducteurs préformés solubles dans l'alcool à 70° (en glucose)	0,35
Sucres hydrolysables par l'invertine (en glucose)	0,05
Sucres hydrolysables par l'émulsine (en glucose)	0,05
Tanin	très minime quantité de tanin catéchique.

*Alcalinité des matières minérales en  $K_2CO_3$  % sur :*

Cendres <i>totales</i>	32,17
Cendres <i>solubles</i> dans l'eau	74,30

*Analyse des matières minérales, résultats exprimés en pour cent sur cendres totales.*

Silice ( $SiO_2$ )	5,03
Acide sulfurique ( $SO_3$ )	5,10
Oxydes de fer et d'alumine ( $Fe_2O_3 + Al_2O_3$ )	2,77
Chaux ( $CaO$ )	10,76
Magnésie ( $MgO$ )	11,21

Potasse (K <sub>2</sub> O) . . . . .	20,37
Soude (Na <sub>2</sub> O) . . . . .	0,25
Chlore (Cl) . . . . .	0,86
Phosphates (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) . . . . .	6,15

## 2. — Tegmen.

Le tegmen comporte deux parties :

a) une partie externe, gorgée de matières grasses qu'elle laisse sourdre sous la pression de l'ongle;

b) une partie interne, dure, ligneuse, qui constitue coque autour de l'amande.

Le tegmen a été analysé dans son *entière*té.

Humidité (100°) . . . . .	5,9
Matières sèches . . . . .	94,03

*Cent parties en poids de matières sèches contiennent :*

Matières minérales <i>totales</i> . . . . .	2,12
Matières minérales <i>solubles</i> dans l'eau . . . . .	0,86
Matières minérales <i>insolubles</i> dans l'eau . . . . .	1,26
Azote total . . . . .	0,96
Matières azotées totales (6,25) . . . . .	5,97
Extrait pétroléique . . . . .	44,40
Extrait éthéré . . . . .	0,98
Extrait chloroformique. . . . .	0,35
Cellulose (Weende interverti). . . . .	16,57
Pentosanes . . . . .	9,24
Matières hydrolysables par H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> à 3 % (en dextrose) <sup>(1)</sup> . . . . .	15,41
Sucres réducteurs préformés solubles dans l'alcool à 70° (en glucose) . . . . .	1,00
Sucres hydrolysables par l'invertine (en glucose) . . . . .	1,00
Sucres hydrolysables par l'émulsine (en glucose) . . . . .	0,80
Tanin . . . . .	néant
Alcaloïdes <sup>(2)</sup> . . . . .	néant
Caféine . . . . .	néant

(1) Déduction faite des sucres réducteurs préformés, des sucres hydrolysables par l'invertine, des sucres hydrolysables par l'émulsine.

(2) Les alcaloïdes ont été recherchés par la méthode de Proust.

*Alcalinité des matières minérales en  $K_2CO_3$  % sur :*

Cendres <i>totales</i> . . . . .	23,26
Cendres <i>solubles</i> dans l'eau . . . . .	57,36

*Analyse des matières minérales, résultats exprimés en pour cent sur cendres totales.*

Silice ( $SiO_2$ ) . . . . .	4,39
Acide sulfurique ( $SO_3$ ) . . . . .	7,09
Oxydes de fer et d'alumine ( $Fe_2O_3 + Al_2O_3$ ) . . . . .	5,45
Chaux ( $CaO$ ) . . . . .	12,03
Magnésie ( $MgO$ ) . . . . .	14,43
Potasse ( $K_2O$ ) . . . . .	24,82
Soude ( $Na_2O$ ) . . . . .	0,28
Chlore (Cl) . . . . .	1,09
Phosphates ( $P_2O_5$ ) . . . . .	8,51

### 3. — Amande.

L'amande comporte **27,2 %** d'embryon et **72,8 %** d'albumen.

La séparation de ces deux éléments n'est guère aisée. Il est recommandable de laisser macérer les amandes plusieurs jours dans de l'eau toluénée. Séchées, au fur et à mesure, elles se prêtent facilement aux manipulations.

Embryon et albumen, examinés séparément, révélèrent la composition subséquente :

	Embryon.	Albumen.
Humidité (100°) . . . . .	6,92	5,15
Matières sèches . . . . .	93,08	94,85

*Cent parties en poids de matières sèches contiennent :*

Matières minérales <i>totales</i> . . . . .	1,72	1,32
Matières minérales <i>solubles</i> dans l'eau . . . . .	0,42	0,81
Matières minérales <i>insolubles</i> dans l'eau . . . . .	1,30	0,51
Matières grasses (éther de pétrole <60°). . . . .	41,39	40,24

*Alcalinité des matières minérales en  $K_2CO_3$  % sur :*

Cendres <i>totales</i> . . . . .	7,67	9,53
Cendres <i>solubles</i> dans l'eau . . . . .	32,10	15,47

L'amande entière révéla à l'analyse :

Humidité (100°) . . . . .	6,07
Matières sèches . . . . .	93,93

*Cent parties en poids de matières sèches contiennent :*

Matières minérales <i>totales</i> . . . . .	4,68
Matières minérales <i>solubles</i> dans l'eau . . . . .	2,18
Matières minérales <i>insolubles</i> dans l'eau . . . . .	2,50
Azote total . . . . .	2,52
Matières azotées totales (6,25) . . . . .	15,75
Extrait pétroléique . . . . .	38,24
Extrait éthéré . . . . .	0,80
Extrait chloroformique. . . . .	0,35
Cellulose (Weende interverti) . . . . .	1,96
Pentosanes . . . . .	2,51
Matière amylacée (par la diastase de Merck). . . . .	23,46
Matières hydrolysables par H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> à 4 % autres que la matière amylacée (en dextrose) . . . . .	6,70
Sucres réducteurs préformés solubles dans l'al- cool à 70° (en glucose) . . . . .	0,17
Sucres hydrolysables par l'invertine (en glucose) . . . . .	6,08
Sucres hydrolysables par l'émulsine (en glucose) . . . . .	néant
Tanin. . . . .	néant
Alcaloïdes <sup>(1)</sup> . . . . .	néant
Caféine . . . . .	néant

*Alcalinité des matières minérales en K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> % sur :*

Cendres <i>totales</i> . . . . .	14,61
Cendres <i>solubles</i> dans l'eau . . . . .	31,27

*Analyse des matières minérales, résultats exprimés en pour cent sur cendres totales.*

Silice (SiO <sub>2</sub> ) . . . . .	0,43
Acide sulfurique (SO <sub>3</sub> ). . . . .	9,83
Oxydes de fer et d'alumine (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) . . . . .	0,43
Chaux (CaO) . . . . .	1,39
Magnésie (MgO) . . . . .	10,90
Potasse (K <sub>2</sub> O) . . . . .	33,76
Soude (Na <sub>2</sub> O) . . . . .	0,13

(1) Les alcaloïdes ont été recherchés par les méthodes de Proust et de Dragendorff.

Chlore (Cl) . . . . .	0,74
Phosphates ( $P_2O_5$ ) . . . . .	26,07

## B. — FOLLIGULES.

Humidité (100°) . . . . .	8,95
Matières sèches . . . . .	91,05

*Cent parties en poids de matières sèches contiennent :*

Matières minérales <i>totales</i> . . . . .	9,51
Matières minérales <i>solubles</i> dans l'eau . . . . .	7,06
Matières minérales <i>insolubles</i> dans l'eau . . . . .	2,45
Azote total . . . . .	1,20
Matières azotées totales (6,25) . . . . .	7,48
Extrait pétroléique . . . . .	1,02
Extrait éthéré . . . . .	0,20
Extrait chloroformique . . . . .	0,80
Cellulose . . . . .	41,70
Pentosanes . . . . .	17,93
Matières hydrolysables par $H_2SO_4$ à 3 % (en glucose) . . . . .	16,90
Sucres réducteurs préformés solubles dans l'al- cool à 70° (en glucose) . . . . .	0,86
Sucres hydrolysables par l'invertine . . . . .	néant
Sucres hydrolysables par l'émulsine . . . . .	néant
Tanin . . . . .	néant
Alcaloïdes . . . . .	néant

*Alcalinité des matières minérales en  $K_2CO_3$  % sur :*

Cendres <i>totales</i> . . . . .	59,78
Cendres <i>solubles</i> dans l'eau . . . . .	80,47

*Analyse des matières minérales, résultats exprimés en pour cent  
sur cendres totales.*

Silice ( $SiO_2$ ) . . . . .	1,80
Acide sulfurique ( $SO_3$ ). . . . .	6,24
Oxydes de fer et d'alumine ( $Fe_2O_3 + Al_2O_3$ ). . . . .	1,65
Chaux (CaO) . . . . .	19,20
Magnésie (MgO) . . . . .	3,94
Potasse ( $K_2O$ ) . . . . .	42,90

Soude ( $\text{Na}_2\text{O}$ ) . . . . .	0,26
Chlore (Cl) . . . . .	0,63
Phosphates ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) . . . . .	3,89

## C. — FEUILLES.

Des essais préliminaires ont montré que les feuilles de *St. Bequaerti* contiennent un alcaloïde.

200 grammes de feuilles séchées, finement moulues, ont été mises à digérer dans 2 litres d'acide sulfurique à 3 % pendant 5½ heures à la température de 45°.

Les liquides d'extraction concentrés ont été extraits, selon la méthode de Stas-Dragendorff, successivement en milieu acide par l'éther de pétrole, le chloroforme et le benzène. Après neutralisation par l'ammoniaque, la solution a été extraite à nouveau par les mêmes dissolvants.

En milieu ammoniacal les dissolvants laissent tous trois un résidu qui donna nettement les réactions générales des alcaloïdes avec l'acide silicotungstique, les réactifs de Boucharlat, de Mayer, de Dragendorff.

Nous espérons pouvoir revenir plus tard sur ce point.

## CHAPITRE III.

## Étude des huiles et des acides gras mélangés.

## A. — ÉTUDE DES HUILES.

## 1. — Huiles de tegmen et d'amande (1).

Les huiles ont été extraites, dans des appareils Soxhlet, par l'éther de pétrole à P.Eb. inférieur à 60°, et débarrassées des dernières traces de dissolvant par chauffage au bain-marie avec apport d'un courant de  $\text{CO}_2$ .

Les huiles ont un aspect jaune or.

(1) Nous tenons à spécifier au début de cette étude :

1° les indices d'iode ont été effectués selon Wys;

2° les indices d'acétyle ont été déterminés par la méthode d'Em. André au xylol.

L'huile de tegmen donne, après quelques heures de repos à la température du laboratoire, un dépôt cristallin.

L'huile d'amande reste limpide. Ce n'est qu'après plusieurs jours qu'elle abandonne quelques parcelles nacrées.

L'arrière-goût de l'huile de tegmen est un peu âcre; l'huile d'amande n'a guère de goût prononcé.

	Tegmen.	Amande.
Poids spécifique à 17° . . . . .	0,9209	0,9234
Poids spécifique à 15° (Allen) . . . . .	0,9222	0,9307
Indice de réfraction à 30° . . . . .	1,4656	1,4709
Pouvoir rotatoire . . . . .	inactif	inactif
Indice de Crismer (alcool à 99,4) . . . . .	72°7	79°4
Essai Maumené . . . . .	55°	128°
Température spécifique de réaction selon Thomson et Ballentyne. . . . .	134°1	290°9
Essai Halphen . . . . .	rouge cramoisi foncé	
Essai Milliau-Becchi. . . . .	réduction <i>sans miroir</i>	réduction <i>avec miroir</i>
Essai Beauvuin. . . . .	négatif	négatif
Indice d'acidité . . . . .	1,95	2,40
(Acidité oléique) . . . . .	0,97	1,20
Indice de saponification . . . . .	201,35	190,35
Indice d'éther . . . . .	199,40	187,95
Indice d'iode . . . . .	80,63	81,06
Indice Reichert-Meissl . . . . .	1,29	0,74
Indice Polenske . . . . .	0,57	0,81
Indice Hehner . . . . .	94,39	94,96
Indice d'acétyle . . . . .	11,93	46,46
Indice de saponification de l'huile acétylée. . . . .	213,14	237,82
Indice de saponification à blanc . . . . .	202,0	194,53
Insaponifiable . . . . .	0,21 %	0,43 %

#### ACIDES MÉLANGÉS :

Obtenus par les procédés habituels de saponification et mise en liberté des acides gras par H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dilué ils montraient :

Point de fusion . . . . .	39°5-41°8	25°0-27°8
Point de solidification . . . . .	38°0-36°4	24°0-22°0



Titre . . . . .	38°8	24°6
Indice de neutralisation . . .	198,56	133,73
Indice de saponification . . .	202,18	190,36
Indice d'iode . . . . .	81,04	72,49
Indice d'acétyle . . . . .	12,04	21,76
Indice de saponification des acides acétylés . . . . .	216,51	209,54
Indice de saponification à blanc	204,92	189,22

## ACIDES SOLIDES :

(Obtenus par la méthode Ether-Plomb.)

Proportion approximative. . .	37 %	15 %
	(corrigé)	(corrigé)
Point de fusion . . . . .	52°6-54°2	55°0-57°0
Indice de neutralisation . . .	209,60	198,15
Indice de saponification . . .	213,57	216,14
Indice d'iode . . . . .	12,24	4,59

## ACIDES LIQUIDES :

(Obtenus par la méthode Ether-Plomb.)

Proportion approximative. . .	63 %	85 %
Indice de neutralisation . . .	195,0	—
Indice de saponification . . .	203,0	—
Indice d'iode . . . . .	127,4	79,35

## 2. — Huiles d'embryon et d'albumen.

Ces huiles sont de couleur jaune or.

L'huile d'embryon n'a ni goût, ni odeur bien prononcés; elle abandonne quelques parcelles naérées après un dépôt de 8 jours à 15°-17°. L'huile d'albumen a une odeur plutôt désagréable et reste limpide à la température du laboratoire.

Un premier essai nous permet de fixer les constantes :

	Embryon.	Albumen.
Indice de réfraction à 20° . . .	1,4716	1,4680
Indice d'acidité . . . . .	3,7	6,19
(Acidité oléique) . . . . .	1,85	3,10

Indice de saponification . . .	192,36	184,45
Indice d'éther . . . . .	188,66	178,26
Indice d'iode . . . . .	84,36	89,10

Un nouvel échantillon, plus copieux cette fois, nous fournit l'occasion d'étudier les huiles et leurs acides mélangés.

## HUILE :

Poids spécifique à 17° . . . . .	0,9269	0,9298
Poids spécifique à 15° (Allen) . . . . .	0,9288	0,9317
Indice de réfraction à 20° . . . . .	1,4713	1,4682
Indice d'acidité . . . . .	3,55	3,10
(Acidité oléique) . . . . .	1,78	1,55
Indice de saponification . . . . .	191,30	186,80
Indice d'éther . . . . .	187,75	182,70
Indice d'iode . . . . .	82,68	84,90
Indice d'acétyle . . . . .	51,30	78,90
Indice de saponification de l'huile acétylée . . . . .	240,50	258,25
Indice de saponification à blanc	192,60	184,50

## ACIDES MÉLANGÉS :

Indice de neutralisation . . . . .	198,30	82,50
Indice de saponification . . . . .	206,00	184,15
Indice d'iode . . . . .	81,32	79,23
Indice d'acétyle . . . . .	52,48	16,60
Indice de saponification du pro- duit acétylé . . . . .	245,00	204,90
Indice de saponification à blanc	196,00	189,40

\*  
\* \*

Un nouvel envoi de graines nous permet de pousser plus loin ces études.

Envoyées d'Eala en janvier 1931, elles furent analysées dans le courant des mois de mai-septembre de la même année.

Tegmen et amandes ont été extraits, respectivement entiers et moulus, par l'éther de pétrole à <math>60^{\circ}</math>.

Pour extraire le matériel entier on l'introduit dans des





ont été pris le 29 juin 1931. Le 23 octobre, soit donc après 120 jours, les constantes étaient les suivantes :

Indice de neutralisation . . . . .	109,70	90,00
Indice de saponification . . . . .	201,20	195,50
Indice d'iode . . . . .	79,90	80,00
Indice d'acétyle . . . . .	12,85	20,10

### 3. — Glycérides.

Nous avons signalé que l'huile de tegmen se concrète partiellement à la température du laboratoire. De ce dépôt cristallin nous avons pu extraire, par cristallisations successives dans l'acétone, un produit blanc nacré, fondant à 54,5°-56°, à indice d'iode nul. C'est donc un glycéride dans la composition duquel entrent uniquement des acides saturés. Il semble que nous soyons en présence d'un produit formé d'un mélange de glycérides à acides stéarique et palmitique. On sait que la tristéarine et la tripalmitine, en proportions égales, fondent à 56,2°.

Nous reviendrons plus tard sur ce point.

### 4. — Considérations.

Arrivés au terme de cette étude sommaire des huiles et des acides mélangés, résumons les points déjà acquis :

a) Dès à présent on peut prévoir que l'huile de tegmen, non siccative, est formée d'un mélange d'acides stéarique et palmitique, oléique et linoléique, avec en outre une faible quantité d'un acide alcool. C'est ce que nous nous efforcerons de démontrer dans les paragraphes suivants :

b) La diagnose se complique singulièrement quand on désire l'appliquer à l'huile d'amande.

En parcourant les constantes de l'huile on est frappé tout d'abord par la température élevée dégagée par sa réaction avec H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentré.

Ainsi donc, nos huiles partagent avec l'huile de *St. foetida* cette propriété remarquable, d'autant plus remarqua-

ble que cette donnée, qui est l'apanage des huiles fortement siccatives, s'applique ici à des huiles qui le sont peu ou pas du tout. Rappelons, en passant, que l'indice Maumené de l'huile de *lin* est 110°-126°, de l'huile de *Stillingia* 136°5, de l'huile de *Perilla* 127°; parmi les huiles non siccatives, seule l'huile de *Nigelle* développe 89°, le *Ricin* près de 67° (24).

S'il est incontestable qu'il existe une certaine corrélation entre la chaleur dégagée par l'action de  $H_2SO_4$  concentré sur des huiles et leur indice d'iode, il nous paraît singulièrement difficile, dans le cas présent, de concilier la théorie et les résultats de nos expériences.

On est assez naturellement tenté de rapprocher les huiles de *Sterculia* de l'huile de *Ricin*. En effet, le faible indice d'iode commun, l'indice d'acétyle notable et la tendance à la polymérisation de nos huiles, sont autant de facteurs qui rendraient cette hypothèse assez vraisemblable. Mais quand on compare les caractères entre eux, on est immédiatement amené à rejeter ces conclusions.

En effet, tandis que certains caractères, tel l'indice d'acétyle semblent altérés dans nos huiles, d'autres sont fortement accrus; c'est le cas de l'indice Maumené et surtout de la tendance à la polymérisation. Chose troublante, il faut précisément que ce soit cette fonction chimique, à laquelle, dans l'huile de *Ricin*, on attribue la propriété polymérisante, qui soit singulièrement déficiente dans nos huiles et ses effets démesurément exaltés. Pris isolément, le fait que les huiles de *Sterculia* dosent moins d'oxyhydrile ne plaide pas contre l'hypothèse d'une similitude avec le *Ricin* — produit tout simplement plus riche en acides hydroxylés — si l'ensemble des propriétés ne venaient complètement la détruire; mais loin de solutionner le problème, elles le rendent apparemment d'autant plus insoluble.

Un fait sur lequel nous tenons à insister spécialement,

c'est la simultanéité de l'abaissement des indices de neutralisation et d'acétyle des acides mélangés par rapport à l'huile. Nous croyons assez vraisemblable d'attribuer cet abaissement à une lactonisation, présupposant la présence d'un acide alcool infiniment plus sensible à l'action des réactifs chimiques que l'acide ricinoléique.

Bontoux admet pour le *St. foetida* une conclusion différente de la nôtre. D'une part, le chimiste français conclut à l'existence d'un acide alcool; mais, comme la quantité d'oxydride dosée par lui est particulièrement faible, il est obligé, pour faire cadrer son hypothèse avec les résultats expérimentaux, d'admettre la présence simultanée d'un acide nouveau, de constitution inconnue, auquel seraient attribués à la fois et le faible indice de neutralisation des acides mélangés et l'indice Maumené exceptionnel.

Nous ne pensons pas devoir entrer dans les vues de Bontoux. Nous croyons, au contraire, que seul l'acide alcool joue un rôle prépondérant dans les transformations constatées et qu'il est parfaitement inutile, pour expliquer le mode de comportement des huiles étudiées, d'avoir recours à un problématique acide nouveau.

Nous ne tenons pas à anticiper pour l'instant sur nos conclusions ultérieures, qui, tout en laissant au problème son entièreté, apportent des éléments importants à la solution.

Quoi qu'il en soit, il apparaît, dès maintenant, de l'étude de l'huile d'amande de *St. Bequaerti* :

1° La proportion d'acides saturés est très faible, la plupart des glycérides sont formés d'acides non saturés;

2° L'indice d'iode nous montre que la grosse majorité, si pas tous les acides non saturés, n'ont qu'une liaison éthylénique;

3° Il semble que l'huile d'albumen contienne une plus forte quantité d'acide alcool que l'huile d'embryon, celle-

ci s'étant en outre révélée moins sensible à la polymérisation;

4° Si la double soudure de la molécule intervient dans les transformations que subissent les huiles lors de la saponification, ce doit être d'une manière accessoire; elles ont quasi uniquement lieu au dépens de la fonction alcool;

5° A côté de l'acide alcool il existe vraisemblablement un autre acide non saturé.

Nous reviendrons plus loin, et plus en détail, sur les acides mélangés de l'huile d'amande de *St. Bequaerti*.

## B. — ÉTUDE DES ACIDES MÉLANGÉS.

### 1. — Huile de tegmen.

a) En vue de séparer les entités chimiques qui forment les acides mélangés de l'huile de tegmen, nous avons procédé aux essais subséquents.

Les acides mélangés ont été traités par la méthode de séparation à l'alcool à 70° détaillée ailleurs (25).

Les acides saturés obtenus répondaient aux constantes :

Point de fusion . . . . .	54°4-55°2
Indice de neutralisation . . . . .	206,31
Indice de saponification . . . . .	206,98
Indice d'iode . . . . .	3,75

Recristallisés cinq fois dans l'alcool dilué ces acides avaient :

Point de fusion . . . . .	55°5-56°0
Indice de neutralisation . . . . .	207,50
Indice d'iode . . . . .	nul

Comme ces cristallisations sont absolument inopérantes, nous avons soumis les acides à la précipitation fractionnée par l'acétate de magnésic.



Voici les résultats de nos fractionnements :

*Première fraction :*

Point de fusion (bord du cristalliseur) . . . . .	54°8-55°6
Point de fusion (fond du cristalliseur) . . . . .	55°5-56°7
Indice de neutralisation (bord) . . . . .	206,70
Indice de neutralisation (fond) . . . . .	208,00
Indice de saponification (bord) . . . . .	206,90
Indice de saponification (fond) . . . . .	211,60

*Deuxième fraction :*

Point de fusion (bord du cristalliseur) . . . . .	54°2-55°5
Point de fusion (fond du cristalliseur) . . . . .	55°0-56°0
Indice de neutralisation (bord + fond) . . . . .	209,80
Indice de saponification (bord + fond) . . . . .	213,70

*Troisième fraction :*

Point de fusion (bord du cristalliseur) . . . . .	55°4-56°4
Point de fusion (fond du cristalliseur) . . . . .	55°5-57°0
Indice de neutralisation (bord + fond) . . . . .	214,90
Indice de saponification (bord + fond) . . . . .	215,00

*Quatrième fraction :*

Point de fusion (bord du cristalliseur) . . . . .	55°1-57°0
Point de fusion (fond du cristalliseur) . . . . .	56°0-57°5

Ces quelques données nous permettent d'émettre l'hypothèse d'un mélange d'acides stéarique et palmitique. En effet, un indice de neutralisation de 207 correspond à un mélange, en proportions égales, de chaque constituant. Le point de fusion d'un tel produit est d'après Heintz 56°6. La 2<sup>e</sup> fraction a un indice de neutralisation de 210; or, pareil indice correspond à un produit titrant 60 % d'acide palmitique pour 40 % de stéarique et ayant un point de fusion de 56°3 (Heintz). Enfin, l'indice de neutralisation de la 3<sup>e</sup> fraction correspond à celui d'un mélange de 80 % d'acide palmitique et 20 % d'acide stéarique, mélange qui fond à 57°5.

b) Nous avons poussé plus loin ces études.

200 grammes d'acides mélangés, débarrassés de leur

insaponifiable sont mis en solution dans 6 litres d'alcool à 70°. La dissolution fut totale à chaud.

Après un repos de 2 jours et 2 nuits à la température de 10° il s'était formé un dépôt cristallin de 42,5 grammes (acides A) ayant :

Point de fusion . . . . .	54°7-55°7
Indice de neutralisation . . . . .	206,60
Indice de saponification . . . . .	208,00
Indice d'iode . . . . .	5,56

Les eaux-mères restantes ont été bouillies pendant 1 ½ heure avec 80 grammes de  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  et filtrées à chaud pour éliminer l'excès de sel de Li.

Le dépôt cristallin, qui s'était formé après un repos d'une nuit à 10°, s'élevait à 36,8 grammes. Les acides (acides B) avaient entre autres constantes :

Point de fusion . . . . .	53°5-54°6
Indice de neutralisation . . . . .	212,00
Indice de saponification . . . . .	218,00
Indice d'iode . . . . .	17,00

Après avoir éliminé graduellement l'alcool nous avons encore obtenu différentes fractions s'élevant respectivement à 6; 1,7; 58,5 et 20 grammes et enfin les dernières eaux-mères.

La fraction de 58,5 gr. a fourni des acides liquides (acides C) qui répondaient aux constantes :

Indice de saponification . . . . .	201,80
Indice d'iode . . . . .	116,80

Les acides de la fraction de 20 grammes (acides D) ont donné :

Indice de saponification . . . . .	200,87
Indice d'iode . . . . .	122,42

Quant aux dernières eaux-mères, après décomposition des sels de Li par HCl dilué, elles présentaient :

Indice de saponification . . . . .	193,23
Indice d'iode . . . . .	115,06
Indice d'acétyle . . . . .	95,00
Indice de saponification du produit acétylé	279,65
Indice de saponification à blanc . . . . .	191,85
$\alpha_D$ dans $\text{CHCl}_3$ . . . . .	+ 4°

D'où nous concluons à la présence d'un acide alcool. Les acides liquides C et D semblent être formés d'un mélange d'acides oléique et linoléique.

c) Pour nous convaincre de l'identité des acides liquides, nous avons soumis les acides C et D à l'oxydation permanganique en milieu alcalin. L'abondant précipité cristallin obtenu après décomposition de l'excès de  $\text{KMnO}_4$  par  $\text{SO}_2$  fut copieusement lavé, puis séché. Après dessiccation complète le produit, bien pulvérisé, fut mis à digérer dans l'éther sulfurique.

Les acides, ayant subi ces traitements, fondaient respectivement à 146° et 128°.

Introduits dans des appareils Soxhlet et extraits plusieurs jours de suite par l'éther, ces acides donnèrent des produits blancs dont les points de fusion se fixaient à 130°-132°.

Leur indice de neutralisation était de 180, d'où poids moléculaire calculé : 311,7.

Le point de fusion de l'acide dioxystéarique est d'après Lewkowitsch 132°-133°, son poids moléculaire 316.

Après extraction à l'éther il est resté une faible quantité d'un produit blanc. Par ébullition avec de l'eau nous sommes parvenus à en extraire un acide blanc nacré fondant à 169°5. Le point de fusion de l'acide tétraoxystéarique est 173°.

Nous étions donc bien en présence d'acide dioxystéarique, d'une part, acide qui provient de l'oxydation de

l'acide oléique; d'acide sativique, d'autre part, résultant de l'action du permanganate de potasse sur un acide à deux liaisons éthyléniques.

En résumé, il résulte de nos recherches que les acides mélangés de l'huile de tegmen du *St. Bequaerti* De Wild, sont formés d'un mélange d'acides stéarique et palmitique; les acides non saturés comportent principalement de l'acide oléique à côté de faibles quantités d'acide linoléique et d'une trace d'un acide alcool.

## 2. — Huile d'amande.

a) *Essais préliminaires.* — Les acides mélangés de l'huile d'amande présentaient :

Indice de neutralisation . . . . .	111,00
Indice de saponification après ½ heure d'ébullition . . . . .	190,40
Indice de saponification après 1 heure d'ébullition . . . . .	195,66
Indice de saponification après 2 heures d'ébullition . . . . .	200,30
Indice d'iode . . . . .	89,13

Devant l'écart élevé entre les indices de neutralisation et de saponification, nous avons extrait la solution aqueuse des savons potassiques successivement par l'éther de pétrole et l'éther sulfurique.

L'éther de pétrole n'a pratiquement rien extrait.

L'éther sulfurique, sensiblement 2 % d'une masse visqueuse jaune clair.

Les acides purifiés de la sorte avaient entre autres constantes :

Indice de neutralisation . . . . .	88,49
Indice de saponification . . . . .	185,79
Indice d'iode . . . . .	88,53
Indice d'acétyle . . . . .	14,77
Indice de saponification du produit acétylé . . . . .	203,40
Indice de saponification à blanc . . . . .	189,60

100 grammes de ces acides ont été mis en solution dans

2,5 litres d'alcool à 70° en vue de leur précipitation fractionnée par  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ .

*Une certaine partie des acides mélangés reste insoluble dans l'alcool. Cet insoluble a été éliminé.*

Après avoir fait bouillir pendant  $1\frac{1}{2}$  heure la solution alcoolique avec 30 grammes de  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  et éliminé l'excès de sel minéral, nous avons laissé déposer. *Il ne s'est pas formé de dépôt.* Après réduction du volume à 2,1 litres, nous avons pu récolter 3,75 grammes d'un produit cristallin. Des concentrations successives aux volumes de 1,75 l. et 1,25 l., nous ont encore fourni respectivement 1,6 gr. et 2,75 gr. de sels de Li.

Constantes des acides gras obtenus aux dépens de ces 3 fractions :

*Première fraction, poids des sels de Li : 3,75 grammes.*

Point de fusion . . . . .	49°5-51°2
Indice de neutralisation . . . . .	183,00
Indice de saponification . . . . .	213,60
Indice d'iode . . . . .	18,85

*Deuxième fraction, poids des sels de Li : 1,6 gramme.*

Point de fusion . . . . .	53°5-54°5
Indice de neutralisation . . . . .	172,80
Indice de saponification . . . . .	208,40
Indice d'iode . . . . .	25,26

*Troisième fraction, poids des sels de Li : 2,75 grammes.*

Point de fusion . . . . .	53°5-55°5
Indice de neutralisation . . . . .	182,70
Indice de saponification . . . . .	216,00
Indice d'iode . . . . .	23,50

Nous avons ensuite chassé tout l'alcool. Il nous est resté une masse visqueuse, qui, acidulée par  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dilué et extraite à l'éther sulfurique, a fourni un produit liquide ayant :

Indice de neutralisation . . . . .	91,86
Indice de saponification . . . . .	174,57
Indice d'iode . . . . .	94,70
$\alpha_D$ . . . . .	nul

Fait-on bouillir ces acides avec un excès de potasse alcoolique, on obtient pour les acides qui en résultent :

Indice de neutralisation . . . . .	170,97
Indice de saponification . . . . .	186,72
Indice d'iode . . . . .	86,75
Indice d'acétyle . . . . .	76,99
Indice de saponification des acides acétylés	257,33
Indice de saponification à blanc . . . . .	185,38

La fraction *insoluble dans l'alcool à 70°* répond aux caractères :

Indice de neutralisation . . . . .	71,50
Indice de saponification . . . . .	174,30
Indice d'iode . . . . .	91,15
$\alpha_D$ . . . . .	nul

Traité dans les mêmes conditions que les eaux-mères des précipitations lithiniques, cet insoluble se transforme en acides liquides caractérisés par :

Indice de neutralisation . . . . .	167,82
Indice de saponification . . . . .	184,00
Indice d'iode . . . . .	94,62
Indice d'acétyle . . . . .	97,69
Indice de saponification des acides acétylés	276,55
Indice de saponification à blanc . . . . .	185,34
$\alpha_D$ . . . . .	nul

b) En vue de déterminer les entités chimiques formant les acides mélangés de l'huile d'amande de *St. Bequaerti*, nous avons opéré comme suit : 750 grammes d'acides mélangés furent chauffés à reflux avec 15 litres d'alcool à 70°. La dissolution fut *incomplète*. Après repos de deux jours et deux nuits on siphona le liquide alcoolique surnageant. Il resta de la sorte 515 grammes d'insoluble, soit sensiblement 70 % de la masse totale (fraction A).

La solution alcoolique fut bouillie ensuite pendant 1½ heure avec 100 grammes de  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  et filtrée chaud.

Un repos d'un jour et d'une nuit à la température de 6° ne donna pas de dépôt. Après avoir concentré le liquide à 11 litres et laissé reposer comme précédemment, il s'est formé un dépôt de 27,5 grammes (I).

Il fallut réduire le volume à 7,5 litres pour avoir une nouvelle cristallisation. Cette opération nous fournit 19 grammes de matière (II).

Comme nous concentrons nos eaux-mères, un malencontreux accident de laboratoire nous fit perdre 1/4 de la solution restante. Après avoir porté le volume à 3,7 litres il s'est formé un léger dépôt de 2,5 grammes (III).

Continuant la concentration, nous avons encore obtenu trois fractions de produit cristallin pesant respectivement 2 gr. (IV), 5,5 gr. (V) et 1 gr. (VI).

Les eaux-mères, restant après élimination complète de l'alcool, demeurèrent limpides, même après forte concentration. Portées à 1,5 litre, elles se transformèrent par refroidissement en une masse visqueuse.

Nous considérons donc deux fractions fondamentales :

*Fraction A* partie *insoluble* dans l'alcool à 70° : 515 gr. ;

*Fraction B* partie *soluble* dans l'alcool dilué et qu'il nous a été possible de séparer en six fractions.

#### FRACTION A :

D'une couleur rouge orangé, cet insoluble avait entre autres constantes :

Indice de neutralisation . . . . .	71,80
Indice de saponification . . . . .	184,70
Indice d'iode . . . . .	87,40
Indice d'acétyle . . . . .	22,50
Indice de saponification du produit acétylé . . . . .	191,10
Indice de saponification à blanc . . . . .	171,10

Une partie de cet insoluble fut saponifiée avec un excès de potasse alcoolique et les savons mis en liberté par un excès d'HCl dilué.

Les acides obtenus montraient :

Indice de neutralisation . . . . .	158,5-160,0
Indice de saponification . . . . .	170,6-174,8
Poids moléculaire moyen . . . . .	329,0-321,0
Indice d'iode . . . . .	87,47
Indice d'acétyle . . . . .	88,57
Indice de saponification du produit acétylé	250,10
Indice de saponification à blanc . . . .	168,40

Le même produit, soumis à une nouvelle saponification, fournit des acides ayant :

Indice de neutralisation . . . . .	175,00
Indice de saponification . . . . .	178,13
Poids moléculaire moyen. . . . .	315,00
Indice d'iode . . . . .	87,60
Indice d'acétyle . . . . .	95,97
Indice de saponification du produit acétylé	255,70
Indice de saponification à blanc . . . .	166,10

Dès leur refroidissement, ces acides laissent déposer quelques parcelles nacrées.

Afin de nous assurer de la nature, de la quantité et du degré de saturation de cet acide, nous avons oxydé le produit total par  $\text{KMnO}_4$  en solution alcaline, selon Bertram (20).

A cet effet, 5 grammes d'acide sont saponifiés par KOH alcoolique. Après élimination complète de l'alcool, on dilue à deux litres. A la solution bien refroidie on ajoute graduellement 35 grammes de  $\text{KMnO}_4$  dissous dans 750 c.c. d'eau. La solution doit rester violette après 24 heures. Après repos d'un jour et d'une nuit on décompose par  $\text{SO}_2$  et l'on chauffe pour homogénéiser. La solution, encore tiède, est vigoureusement agitée avec de l'éther de pétrole léger qui solubilise les acides monobasiques, tandis que les acides bibasiques ne sont pas dissous.

La quantité d'acides saturés, dosés selon cette méthode, s'élevait à 21 %.



Ces acides proviennent-ils de la décomposition d'acides non saturés ou bien font-ils partie des entités chimiques qui forment les acides mélangés de l'huile d'amande? Il n'y aurait, en effet, rien de bien étrange au fait que des acides saturés aient été entraînés par les acides alcool, comme d'ailleurs l'a expérimenté M. Em. André lors de ses études sur l'huile de pépins de raisin (26).

Nous avons tenté d'isoler ce composé saturé et, *ipso facto*, purifier les acides liquides non saturés. Les acides obtenus comme nous avons spécifié ci-dessus et qui ne présentaient pratiquement plus aucun écart entre les indices de neutralisation et de saponification, ont été mis en solution dans 2 litres d'alcool à 70° et bouillis 1½ heure avec 20 grammes de  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ . Après élimination de l'excès de ce dernier il s'est formé par refroidissement un dépôt cristallin s'élevant à 11 grammes (a).

Après concentration des eaux-mères à 1,5 litre et refroidissement énergique dans un mélange réfrigérant, nous avons encore pu en retirer 3 grammes de sel de Li (b).

Enfin, après avoir éliminé graduellement tout l'alcool, il est resté une masse visqueuse (c) dont les acides, mis en liberté par un acide minéral dilué, s'élevaient à 86 grammes.

Les sels de la fraction (a) ont fourni des acides concrets fondant à 51,5°-53°. Plusieurs cristallisations dans l'alcool fort ont fait passer le point de fusion à 53°5-53°7.

Indice de neutralisation . . . . .	203,27
Indice de saponification . . . . .	207,70

Analyse élémentaire selon ter Meulen :

H % . . . . .	13,00	12,90
C % . . . . .	75,80	76,15

Il semblerait, d'après ces quelques données, que ce composé saturé ne soit pas de l'acide *palmitique*, acide que, comme nous le démontrerons plus loin, nous avons pu faire cristalliser des acides mélangés de l'huile d'amande.

Nous disposions malheureusement de trop peu de matière pour pouvoir pousser plus loin l'étude de cet acide, présentant le point de fusion de l'acide en  $C_{14}$ , tandis que les indices et l'analyse élémentaire le rapprochent plutôt d'un mélange de  $C_{16}$  et  $C_{18}$ .

La quantité d'acides (b) étant insignifiante, nous n'en avons pas poursuivi l'étude.

Enfin, la masse visqueuse (c) obtenue par élimination de l'alcool et représentant 86 % de la fraction A, fut à son tour traitée par  $H_2SO_4$  dilué et extraite à l'éther. Il resta un produit liquide, rouge orangé, au sein duquel il ne se produisit aucune cristallisation, même après plusieurs jours de repos à la température de  $5^\circ$ .

Voici les constantes de ce produit :

Indice de neutralisation . . . . .	181,50-183,00
Indice de saponification . . . . .	187,50-186,50
Indice d'iode . . . . .	86,50- 85,60
Indice d'acétyle . . . . .	107,00-110,30
Indice de saponification du produit acétylé. . . . .	284,90-288,28
Indice de saponification à blanc . . . . .	185,00-185,30
Pouvoir rotatoire dans $CHCl_3$ . . . . .	nul

Nous obtenons donc finalement un produit contenant, d'après son indice d'acétyle, de très fortes quantités d'acide alcool.

Nous nous occupons à déterminer sa nature et sa constitution.

Comme nous le faisons prévoir au début de cette étude, il apparaît clairement *que les acides mélangés de l'huile d'amande contiennent de fortes quantités d'acide alcool.*

Nous avons rappelé plus haut que Bontoux est un des rares chimistes qui, jusqu'ici, ait insisté sur la présence d'acide alcool dans les huiles de *Sterculia*; mais encore fait-il des réserves.

A son avis la polymérisation constatée en chauffant l'huile d'amande de *St. foetida* ne peut être attribuée uni-

quement à des acides hydroxylés, *puisque les acides mélangés n'ont qu'un indice d'acétyle de 18,8.*

En outre pour expliquer le faible indice de neutralisation de ces acides, Bontoux suppose la présence d'un acide gras nouveau, sur lequel il ne donne d'ailleurs aucune précision, et qui, sous l'action de la chaleur, donnerait lieu à la formation d'anhydride lui-même dissocié par saponification. Ainsi se trouveraient à la fois expliqués et le faible indice de neutralisation et l'indice de saponification normal des acides de *St. foetida*.

Nous avons insisté lors de l'étude des huiles, qu'en ce qui concerne le *St. Bequaerti*, nous ne jugeons pas devoir nous rallier à cette hypothèse et que nous visions plutôt à expliquer les anomalies constatées par un simple phénomène de lactonisation.

Voici que l'étude plus poussée des acides mélangés vient fortifier notre opinion première.

Il est clair que l'indice d'acétyle des acides mélangés, *beaucoup plus faible que celui des huiles dont ils proviennent*, ne donne pas une idée exacte du pourcentage d'acides hydroxylés réellement présents. D'autre part, notre hypothèse nous paraît d'autant plus vraisemblable qu'à l'abaissement de l'indice d'acétyle des acides mélangés correspond un abaissement concomitant de leur indice de neutralisation.

Il est infiniment regrettable que Bontoux ait négligé de doser la fonction alcool dans les huiles de *St. foetida*. Il est vraisemblable que la connaissance de cette constante, rapprochée de celles des acides mélangés, aurait permis d'appliquer aux huiles d'amande du *Sterculia* étudié par le chimiste français, des conclusions identiques à celles que nous proposons pour l'espèce que nous avons étudiée.

A première vue, il semble que l'acide alcool décelé par nous dans l'huile d'amande de *St. Bequaerti*, doive être différent de l'acide ricinoléique. On sait, en effet, que les

$\gamma$  et  $\delta$  oxyacides se déshydratent à la température de  $100^\circ$  pour donner lieu à la formation de lactones. Il nous semble dès lors assez plausible d'admettre que notre acide ait son groupement alcool plus éloigné du groupe carboxyle que dans les oxyacides isolés jusqu'ici des huiles végétales. Au cours de nos expériences, nous avons cru remarquer que *seul cet acide intervient dans les modifications sur lesquelles nous avons eu l'occasion de nous étendre* (1).

#### FRACTION B :

Cette fraction est constituée par les acides gras solubles dans l'alcool dilué. Soumise à la précipitation fractionnée par le  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ , comme nous l'avons spécifié plus haut, elle a fourni six fractions et des eaux-mères visqueuses.

#### CARACTÈRES DES SELS DE LITHIUM DES ACIDES SOLUBLES.

	I	II	III	IV	V	VI
Poids des sels de Li . .	27,5	49,0	2,5	2,0	5,5	1,0
Poids des acides . . .	25,0	47,5	2,3	1,5	3,6	0,7

#### Constantes des acides :

	I	II	III	IV	V	VI
Indice de neutralisation	150,6	172,9	195,1	—	195,4	—
Indice de saponification	207,6	210,4	215,4	—	225,0	—
Indice d'iode . . . .	31,3	16,7	36,2	38,9	46,0	47,4

Après deux cristallisations des acides de la fraction II dans l'alcool fort, nous sommes parvenus à en extraire un produit blanc nacré, fondant à  $60^\circ 5-61^\circ 5$ . Quelques recristallisations ont fait monter son point de fusion à

(1) Dans une note préliminaire (27), nous avons, subjugué par l'abaissement de l'indice d'iode sous l'influence de la saponification et du vieillissement, cru pouvoir conclure à la présence d'un acide fortement non saturé. Nos recherches ultérieures ont infirmé ces dires: jamais, au cours de multiples fractionnements, nous n'avons pu trouver de produit à indice d'iode supérieur à  $90^\circ$ .

61°2-62°. Il avait un indice de neutralisation de 217,1 soit un poids moléculaire de 258,5.

Une partie de cet acide fut transformée en sel d'argent. L'analyse de celui-ci a donné les résultats suivants :

Poids du sel d'Ag.	Quantité d'Ag obtenue.	Ag en %.
0,2875 . . . . .	0,0850 . . . . .	29,60
0,1499 . . . . .	0,0444 . . . . .	29,63

On calcule pour  $C_{16}H_{32}O_2$  :

Poids moléculaire . . . . .	256,00
Ag en % . . . . .	29,75

Le point de fusion donné dans la littérature est 62°6.

La fraction H nous a donc fourni de l'*acide palmitique*.

Les acides de la fraction I étant plus fortement souillés d'acides non saturés et surtout du produit polymérisé insoluble dans l'alcool, leur purification a été plus laborieuse. Après de multiples cristallisations nous sommes parvenus à en retirer de l'*acide palmitique pur*.

Les fractions II, III, IV, V et VI réunies, fournirent également un acide que nous avons pu identifier avec l'*acide palmitique*.

*L'acide palmitique est donc le seul acide saturé que nous ayons pu obtenir par précipitations fractionnées des acides mélangés de l'huile d'amande de « St. Bequaerti ».*

Les dernières eaux-mères visqueuses traitées par  $H_2SO_4$  dilué ont fourni des acides liquides dont voici les caractères :

Indice de neutralisation . . . . .	121,60
Indice de saponification . . . . .	213,60
Indice d'iode . . . . .	86,50
Indice d'acétyle . . . . .	28,60
Indice de saponification du produit acétylé . .	236,36
Indice de saponification à blanc . . . . .	209,66

Ainsi que ceux provenant de la fraction A, ces acides, traités par l'alcool, s'y dissolvent partiellement. Nous avons séparé la partie insoluble de la partie dissoute. Les acides provenant des deux fractions ont été examinés séparément, après ébullition préalable avec un excès de potasse.

## ACIDES SOLUBLES DANS L'ALCOOL :

Indice de neutralisation . . . . .	191,40
Indice de saponification. . . . .	195,00
Indice d'iode . . . . .	84,00
Indice d'acétyle . . . . .	91,00
Indice de saponification du produit acétylé . .	284,40
Indice de saponification à blanc. . . . .	199,40

## ACIDES INSOLUBLES DANS L'ALCOOL :

Indice de neutralisation . . . . .	191,50
Indice de saponification . . . . .	194,00
Indice d'iode . . . . .	83,50
Indice d'acétyle . . . . .	93,40
Indice de saponification du produit acétylé . .	280,80
Indice de saponification à blanc . . . . .	193,60

On voit que ces acides présentent de très grandes similitudes avec ceux provenant de la fraction A dont nous avons parlé en détail plus haut.

\*  
\*\*

En parcourant la littérature, on constate que la plupart des propriétés signalées par les auteurs pour les *St. javanica*, *St. foetida*, se retrouvent chez le *St. Bequaerti*.

Nous jugeons dès lors, puisque nous avons démontré qu'il existe dans l'huile d'amande de si fortes quantités d'acide alcool, auquel, pour le surplus, nous assignons une structure spéciale, qu'il serait peu logique de noyer plus longtemps ces huiles dans le groupe des huiles non siccatives, à côté de l'huile d'arachide, de noisette, etc. Il importerait, au contraire, de créer un groupe distinct : le « Groupe des huiles d'amande de *Sterculia* », groupe qui

ne saurait être confondu avec celui du Ricin dont il se sépare par l'ensemble de ses propriétés.

Ces études sont continuées, nous espérons d'ici peu trouver une solution définitive à ce problème.

## CHAPIRE IV

### Étude des hydrates de carbone

#### 1. — TESTA.

L'analyse immédiate du testa noir parcheminé, constituant l'enveloppe extérieure de la graine du *St. Bequaerti*, ayant révélé une teneur élevée en matières hydrolysables par  $H_2SO_4$  dilué, nous avons tâché, dans les essais qui suivent, d'en déterminer la nature.

Afin de le débarrasser des substances solubles dans l'alcool, 135 gr. de testa, dosant 11 % d'humidité et finement moulu, ont été extraits par l'alcool à 65°. Les matières dissoutes dans cet alcool ne représentant guère que 0,5 % du testa, il fut jugé inutile d'en poursuivre l'étude. Quant au tourteau restant, il fut chauffé à reflux pendant 5 heures, en présence de 1000 cm<sup>3</sup> d' $H_2SO_4$  à 5 %. Après refroidissement, la liqueur acide fut séparée par filtration du résidu d'hydrolyse.

Un cm<sup>3</sup> de ce filtrat contenait 0,026 gr. de sucre réducteur exprimé en glucose et dosé par la méthode de Bertrand; ce qui revient à dire qu'il s'est formé par hydrolyse 19,26 gr. de sucre réducteur par 100 gr. de testa, soit 21,6 % sur matière sèche.

De plus, la solution d'hydrolyse examinée au polarimètre, à travers un tube de 2 décimètres, présentait une rotation de +4,05°.

Afin de déterminer la nature des sucres réducteurs formés sous l'action de l'acide sulfurique dilué, il fut procédé à plusieurs essais dont les suivants seulement permettent de tirer quelques conclusions.

**a) Caractérisation du galactose sous forme d'acide mucique.**

250 cm<sup>3</sup> de solution d'hydrolyse furent neutralisés par du CaCO<sub>3</sub> en excès et filtrés. 100 cm<sup>3</sup> de filtrat furent évaporés à sec dans un petit cristalliseur, puis repris par 30 cm<sup>3</sup> d'acide nitrique de densité 1,15. La solution acide, concentrée jusqu'au 1/3 de son volume primitif, puis abandonnée à la cristallisation, fournit un abondant dépôt d'acide mucique, qui fut récolté quantitativement, lavé à l'eau froide, séché à poids constant et pesé. On obtint ainsi 0,7337 gr. d'acide mucique représentant 0,983 gr. de galactose, soit  $\frac{9,83 \times 100}{135} = 7,28\%$  de la matière hydrolysée et  $\frac{7,28 \times 100}{89} = 8,06\%$  du testa sec.

**b) Préparation des osazones.**

40 cm<sup>3</sup> de solution d'hydrolyse, neutralisée par le carbonate de chaux et filtrée, furent dilués au volume de 100 cm<sup>3</sup>, additionnés de 20 cm<sup>3</sup> de solution acétique de phénylhydrazine (1) et chauffée au bain-marie pendant une heure. Après refroidissement il se produisit une abondante cristallisation d'osazones. Celles-ci, examinées au microscope, présentaient l'aspect d'un mélange de galactosazone (longues lamelles rectangulaires), de glucosazone (aiguilles réunies en pinceaux) et d'arabinosazone (minces filaments enchevêtrés).

**c) Recherche du mannose.**

Sur la solution d'hydrolyse, neutralisée préalablement par du carbonate de chaux en excès et filtrée, il fut procédé à la recherche du mannose sous forme de mannose-hydrazone. Il ne se forma aucune trace de ce composé. Il

---

(1) Cette solution contenait :

Phénylhydrazine. . . . .	10 gr.;
Acide acétique cristallisable . . . . .	10 cm <sup>3</sup> ;
Eau. Q. S. P. F. . . . .	100 cm <sup>3</sup> .



semble donc bien qu'il n'existe pas de mannose dans la solution examinée.

Ces résultats conduisent à admettre que la partie du testa hydrolysable par  $H_2SO_4$  à 5 %, qui représente environ 21 % de celui-ci, se compose d'un mélange de glucosanes, de galactanes et d'arabanes.

Si nous déduisons des indications fournies par le dosage des pentoses sous forme de pentosanes et de galactose sous forme d'acide mucique, la proportion d'arabinose et de galactose contenue dans la liqueur d'hydrolyse, et que de plus nous considérons que le surplus du sucre réducteur qui s'y trouve est constitué par du glucose, nous pouvons calculer la rotation polarimétrique que devrait présenter la solution d'hydrolyse.

En se basant sur ces considérations, voici les pourcentages respectifs, rapportés à 100 gr. de testa, que nous trouvons pour ces différents sucres :

Galactose . . . . .	7,28 %
Arabinose . . . . .	9,41 %
Glucose . . . . .	2,57 %

Calculons maintenant la rotation polarimétrique que présenterait une solution contenant ces trois sucres à la concentration indiquée prenant pour chacun d'eux le pouvoir rotatoire spécifique suivant :

Galactose . . . . .	+ 84°00
Arabinose . . . . .	+ 102°50
Glucose . . . . .	+ 52°50

Nous trouvons :

Rotation correspondant au galactose :

$$\frac{84^{\circ} \times 7,28}{100} = +6^{\circ}11$$

Rotation correspondant à l'arabinose :

$$\frac{102^{\circ}5 \times 9,41}{100} = +9^{\circ}64$$

Rotation correspondant au glucose :

$$\frac{52^{\circ}5 \times 2,27}{100} = +1^{\circ}34$$

Rotation totale = +17°09 (l=1).

La solution d'hydrolyse telle que nous l'avons préparée correspond à 13,5 gr. de produit pour 100 cm<sup>3</sup>. Sa rotation est, comme nous l'avons indiqué plus haut, de

$$+4^{\circ}5(l=2) \text{ soit } +2^{\circ}25(l=1).$$

Si elle contenait 100 gr. dans 100 cm<sup>3</sup> elle présenterait une rotation de  $\frac{2,25 \times 100}{13,5} = +16^{\circ}6$ , ce qui correspond assez bien à la rotation calculée de =17°09.

Bien que n'ayant isolé aucun des sucres de cette solution d'hydrolyse, nous pouvons, avec assez de vraisemblance, lui assigner la composition que nous avons indiquée ci-dessus.

## 2. — TEGMEN.

L'examen des hydrates de carbone contenus dans le tegmen du *St. Bequaerti* a été entreprise sur le tourteau dégraissé par l'éther de pétrole léger. Afin d'orienter cette étude, il a été procédé d'abord à la recherche biochimique des holosides et des hétérosides par la méthode biochimique de Bourquelot.

200 grammes de tourteau ont été extraits à trois reprises par 500 cm<sup>3</sup> d'alcool éthylique à 65°. Après chaque extraction le marc a été pressé, les liqueurs alcooliques, réunies et filtrées, ont été concentrées dans le vide à petit volume, en présence de 2 pour 1000 de CaCO<sub>3</sub>. Le liquide aqueux résultant de cette concentration a été porté au volume de 200 cm<sup>3</sup>, filtré et additionné de toluène. On a déterminé le pouvoir rotatoire et réducteur de ce filtrat, puis on l'a soumis successivement à l'action de l'invertine et de l'émulsine. L'action des ferments a été suivie sur des pri-

ses d'essais, prélevées de deux en deux jours, sur lesquelles on déterminait la variation de pouvoir rotatoire et l'augmentation de sucre réducteur.

Si on examine la solution ayant la concentration indiquée ci-dessus à travers un tube polarimétrique de 2 décimètres et si on rapporte le sucre réducteur, exprimé en glucose, à 100 cm<sup>3</sup> de cette même solution, on peut présenter comme suit les résultats obtenus :

Avant l'action de l'*invertine* :

Pouvoir rotatoire . . . . .	—6°02
Sucre réducteur . . . . .	1,5625 gr.

Après l'action de l'*invertine* :

Pouvoir rotatoire. . . . .	—8°55
Sucre réducteur . . . . .	3,1250 gr.

Après l'action de l'*émulsine* :

Pouvoir rotatoire. . . . .	—4°73
Sucre réducteur . . . . .	4,3730 gr.

Il s'est donc produit sous l'action de l'*invertine* une augmentation de  $3,125 - 1,5625 = 1,5625$  gr. de sucre réducteur, exprimé en glucose, et un retour à gauche de  $8°55 - 6°02 = 2°53$  du pouvoir rotatoire.

L'indice de réduction enzymolytique par rapport à l'*invertine* (1) est donc de  $1562,5 : 2,53 = 617,5$ .

Sous l'action de l'*émulsine*, il s'est produit une augmentation de  $4,373 - 3,125 = 1,248$  gr. de sucre réducteur, exprimé en glucose, et un retour à droite de  $8°55 - 4°73 = 3°82$  du pouvoir rotatoire.

L'indice de réduction enzymolytique par rapport à l'*émulsine* est donc de  $1248 : 3,82 = 326,7$ .

---

(1) On sait que l'indice de réduction enzymolytique par rapport à un ferment est le nombre de milligrammes de sucre réducteur formé dans 100 cc. de liqueur sous l'action de ce ferment et pour un changement de rotation de 1°, au tube de 2 décimètres.

De ces indications on peut tirer les conclusions suivantes :

1° Il existe dans le tegmen du *St. Bequaerti* un sucre hydrolysable par l'invertine, dont l'indice de réduction enzymolytique correspond à celui de saccharose.

2° Il existe également dans ce tegmen un hétéroside dédoublable par l'émulsine.

**a) Extraction de l'hétéroside.**

En vue de l'extraction de l'hétéroside, nous avons traité une nouvelle portion de tegmen par l'alcool à 65°. L'alcool fut chassé par distillation et la solution aqueuse résiduelle déléguée par le sous-acétate de plomb. L'excès de plomb fut éliminé par l'H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> à 5 % et la solution restante concentrée à petit volume en présence de CaCO<sub>3</sub>. Celle-ci fut alors introduite dans un perforateur et extraite par l'éther acétique. Après quelques jours de repos, il se produisit, au sein de la liqueur d'extraction, un dépôt de petites sphérules cristallines d'hétéroside.

Il ne nous a pas encore été possible, à l'heure actuelle, d'accumuler une quantité suffisante de ce corps pour pouvoir le purifier convenablement et en étudier la composition. Ceci fera l'objet d'un travail ultérieur. Toutefois, nous croyons déjà pouvoir affirmer qu'il s'agit d'un composé non encore signalé et nous proposons de lui donner le nom de *Sterculioside*, conforme à la nouvelle nomenclature des hétérosides.

**b) Extraction du saccharose.**

Après extraction au perforateur par l'éther acétique, la solution aqueuse fut concentrée à l'état de sirop, puis reprise plusieurs fois par de l'alcool à 95°. Ces solutions alcooliques, mises à cristalliser sur amorce de saccharose, laissèrent rapidement apparaître d'abondants cristaux.

Ceux-ci furent recueillis, convenablement séchés et identifiés comme suit : 0,6612 gr. de cristaux furent dissous dans l'eau de manière à obtenir 20 cm<sup>3</sup> de solution, qui examinée au polarimètre, au tube de 2 décimètres, accusa un pouvoir rotatoire de +4°40. D'où :

$$\alpha_D = \frac{+4,40 \times 20}{2 \times 0,6612} = +66^{\circ}54$$

La solution qui ne réduisait pas la liqueur de Fehling, fut soumise pendant 8 jours, en tube scellé, à l'action de l'invertine en présence d'un peu de toluène. Filtrée et examinée au polarimètre, au tube de 2 décimètres, elle présenta une rotation de —1°51. Après dosage du sucre réducteur, on constata qu'elle contenait, pour 20 cm<sup>3</sup>, 0,703 gr. de sucre interverti.

Théoriquement la solution primitive de saccharose, complètement intervertie, aurait dû fournir :

$$0,6612 \times 1,05 = 0,69426 \text{ gr.}$$

de sucre interverti et présenter une rotation polarimétrique de

$$\frac{-21,6 \times 0,69426 \times 2}{20} = -1^{\circ}4995$$

au tube de 2 décimètres.

On voit que les résultats obtenus sont suffisamment concordants pour pouvoir conclure que le sucre isolé était bien du saccharose.

### 3. — AMANDE.

Les amandes de la graine, mouluës et dégraissées par l'éther de pétrole léger furent soumises à l'essai biochimique suivant la technique de Bourquelot. On opéra dans les mêmes conditions que celles qui ont été indiquées plus haut pour l'étude du tegmen. L'extrait alcoolique concentré à sirop et repris par l'eau de manière à avoir une solu-

tion dont 1 cm<sup>3</sup> correspond à 1 gr. de tourteau d'amandes, fut soumis successivement à l'action de l'invertine et de l'émulsine.

Les chiffres indiqués ci-dessous se rapportent à la solution ayant la concentration que nous venons d'indiquer. Les lectures polarimétriques ont été effectuées au tube de 2 décimètres.

Voici les résultats obtenus :

Avant l'action de l'*invertine* :

Pouvoir rotatoire. . . . .	+12°78
Sucre réducteur . . . . .	0,351 gr.

Après l'action de l'*invertine* :

Pouvoir rotatoire. . . . .	+ 0°78
Sucre réducteur . . . . .	7,720 gr.

Après l'action de l'*émulsine* :

Pouvoir rotatoire. . . . .	+ 0°78
Sucre réducteur . . . . .	7,720 gr.

Il s'est donc produit sous l'action de l'invertine un retour à gauche de  $12^{\circ}78 - 0^{\circ}78 = 12^{\circ}$  du pouvoir rotatoire, tandis qu'il se produisait une augmentation de sucre réducteur égale à  $7,72 - 0,351 = 7,369$ . Ce qui correspond à un indice de réduction enzymolytique par rapport à l'invertine de  $7369 : 12 = 614$ .

L'indice de réduction enzymolytique du saccharose par rapport à ce même ferment est de 600 à 613.

Sous l'action de l'émulsine il ne se produit aucun changement du pouvoir rotatoire ni aucune augmentation de sucre réducteur.

On peut donc tirer de ces essais préliminaires les conclusions suivantes :

1° A côté d'une petite quantité de sucre réducteur préformé le tourteau d'amande de *St. Bequaerti* contient un sucre hydrolysable par l'invertine, vraisemblablement du saccharose.

2° Ce tourteau ne contient aucun hétéroside dédoublable par l'émulsine.

Nous nous sommes efforcés d'extraire en nature le saccharose contenu dans l'amande de *St. Bequaerti* et afin de vérifier si l'extrait alcoolique ne contenait pas, à côté du saccharose, de petites quantités d'un autre sucre hydrolysable, nous avons cru bon de soumettre l'extrait obtenu à un fractionnement par la baryte.

Nous indiquerons d'abord brièvement la méthode que nous avons suivie.

Le tourteau a été extrait à plusieurs reprises par l'alcool éthylique à 65°. Les liqueurs alcooliques réunies ont été déféquées par le sous-acétate de plomb et filtrées. Ce filtrat a été neutralisé par un peu de baryte et filtré à nouveau. L'alcool fut alors chassé par distillation et le résidu aqueux traité par  $H_2SO_4$  à 10 % jusqu'à ce qu'il ne produise plus de précipitation. Les sulfates de plomb et de baryum ayant été séparés par filtration, la liqueur limpide fut agitée avec de grands volumes d'éther sulfurique afin d'en éliminer entièrement l'acide acétique. Après ce traitement la liqueur neutre a été concentrée dans le vide jusqu'à une richesse d'environ 20 % en extrait. Cette dernière solution fut alors saturée de baryte, puis filtrée. Le filtrat fut chauffé au bain-marie bouillant durant une heure. Sous l'action de la chaleur il se forma un abondant précipité de saccharate de baryte qui fut immédiatement essoré (fraction I). Le liquide filtré fut additionné d'alcool afin d'obtenir un nouveau précipité (fraction II). Le filtrat, résultant de la séparation de celui-ci, fut à son tour additionné d'alcool jusqu'à ce qu'il ne se produise plus de précipitation (fraction III).

Les extraits alcooliques, provenant de deux échantillons différents de tourteau A et B, furent ainsi soumis à la pré-

cipitation fractionnée. Nous réunissons dans le tableau suivant les résultats obtenus :

Fraction- nements.	FRACTION I		FRACTION II		FRACTION III	
	$\alpha_D$	Poids.	$\alpha_D$	Poids.	$\alpha_D$	Poids.
A	+ 65°5	3,9	+ 121°3	5,75	+ 66°1	6,9
B	+ 65°14	7,3	+ 119°5	4,67	+ 60°0	4,05

Ces indications faisaient prévoir la présence de saccharose sensiblement pur dans les fractions I et III, tandis que des fractions intermédiaires on pouvait espérer retirer un sucre de poids moléculaire plus élevé, probablement du stachyose.

Les fractions suivantes :

A. I . . . . .	$\alpha_D = + 65^{\circ}50$
A. III . . . . .	$\alpha_D = + 66^{\circ}10$
B. I . . . . .	$\alpha_D = + 65^{\circ}14$
B. III . . . . .	$\alpha_D = + 60^{\circ}00$

furent réunies et reprises plusieurs fois par l'alcool à 95°.

Chaque solution fut amorcée avec du saccharose et au bout de quelques jours il se produisit une abondante cristallisation.

Les cristaux furent recueillis, lavés à l'alcool, puis à l'éther et finalement séchés à poids constant dans le vide sulfurique.

Ils furent identifiés comme suit :

0,6390 gr. de ces cristaux furent dissous dans l'eau et la solution portée au volume de 20 cm<sup>3</sup>.

Cette solution examinée au polarimètre dans un tube de 2 décimètres accusa un pouvoir rotatoire de +4°21.



D'où on calcule :

$$\alpha_D = \frac{+4,21 \times 20}{2 \times 0,639} = +65^{\circ}88$$

Le pouvoir réducteur était nul.

La solution fut alors mise en tube scellé avec un peu d'invertine et quelques gouttes de toluène. Après huit jours le tube fut ouvert et la solution filtrée. Elle présentait alors une rotation de  $-1^{\circ}40$  au tube polarimétrique de 2 décimètres. D'autre part, elle contenait, pour 20 cm<sup>3</sup>, 0,6524 gr. de sucre réducteur exprimé en sucre interverti et dosé par la méthode de Bertrand. Si le sucre soumis à l'hydrolyse était du saccharose, on devrait théoriquement trouver  $0,6390 \times 1,05 = 0,67095$  gr. de sucre réducteur et la rotation au tube de 2 décimètres devrait être de :

$$\frac{-21^{\circ}6 \times 0,67095 \times 2}{20} = -1^{\circ}4492$$

en admettant  $-21^{\circ}6$  comme pouvoir rotatoire spécifique de sucre interverti.

Nous retrouvons expérimentalement  $-1^{\circ}4$ . Le sucre isolé est donc bien du saccharose.

En tenant compte des indications fournies par l'essai biochimique on peut apprécier la quantité de saccharose contenue dans l'amande du *St. Bequaerti*.

En effet, il s'est formé sous l'action de l'invertine, pour 100 gr. de tourteau, 7,369 gr. de sucre réducteur qui correspondent à  $7,369 \times 0,95 = 7$  gr. de saccharose. Sachant que ce tourteau dose 10,67 % d'humidité, on déduit qu'il contient sur matière sèche ( $7 \times 100$ ):  $89,33 = 7,83$  % de saccharose.

Etant donné que l'amande contient 38,24 d'extrait pétroléique calculé sur matière sèche, on peut déduire que

l'amande sèche contient  $(7,83 \times 61,76) : 100 = 4,83$  % de saccharose.

Quant aux fractions A II et B II ( $\alpha_D + 121^{\circ}3$  et  $\alpha_D + 119^{\circ}5$ ), elles furent réunies et, en vue de la séparation du stachyose, reprises successivement par de l'alcool à  $95^{\circ}$ ,  $90^{\circ}$ ,  $85^{\circ}$  et  $80^{\circ}$ .

Dans l'alcool à  $95^{\circ}$ , il s'est produit au bout de quelques jours une cristallisation assez abondante. Les cristaux recueillis ont été identifiés comme étant du saccharose.

0,2576 gr. de ce sucre ont été dissous dans l'eau de manière à obtenir  $20 \text{ cm}^3$  de solution. Celle-ci possédait un pouvoir rotatoire de  $+1^{\circ}70$  au tube de 2 décimètres.

$$\text{D'où : } \alpha_D = \frac{+1,70 \times 20}{2 \times 0,2576} = +65^{\circ}93$$

La solution fut mise en tube scellé avec 0,1 gr. d'invertine et un peu de toluène. Après quelques jours on ouvrit le tube et on filtra. La solution accusait une rotation de  $-0^{\circ}59$  (1=2) et contenait dans  $5 \text{ cm}^3$ , 0,0683 gr. de sucre interverti, soit pour  $20 \text{ cm}^3$ , 0,2732 gr.

Théoriquement on aurait dû trouver

$$0,2576 \times 1,05 = 0,27048 \text{ gr.}$$

de sucre interverti et une rotation de

$$\frac{-21^{\circ}6 \times 0,27048 \times 2}{20} = -0^{\circ}584$$

Il s'agit donc bien de saccharose.

Après plusieurs mois, il ne s'est produit dans les solutions alcooliques plus faibles, aucune cristallisation, bien qu'on ait pris soin d'introduire des amorces de différents sucres : saccharose, raffinose et stachyose.

Les solutions alcooliques furent alors réunies et distillées de manière à obtenir un résidu sirupeux. Celui-ci fut traité par la strontiane bouillante suivant la méthode préconisée par Tanret (28).

Le résultat de traitement fut l'obtention d'environ 1 gr. de sirop accusant un  $\alpha_D$  de  $+129^{\circ}5$ .

Celui-ci fut à son tour repris par de l'alcool à  $95^{\circ}$ ,  $90^{\circ}$  et  $85^{\circ}$  et les solutions amorcées avec du stachyose : elles ne laissèrent apparaître aucune cristallisation.

Bien qu'il ne nous ait pas été possible d'obtenir à l'état cristallisé d'autre sucre que du saccharose, nous gardons la conviction que les amandes des graines de *St. Bequaerti* contiennent à côté de celui-ci un autre polysaccharide de poids moléculaire plus élevé, probablement du stachyose, qu'il nous sera peut-être possible d'isoler quelque jour.

---

## TROISIÈME PARTIE

---

### CONCLUSIONS GÉNÉRALES

1. La graine de *St. Bequaerti* De Wild. est constituée de trois parties :

a) Un spermoderme, formé d'un testa noir, parcheminé, externe et d'un tegmen;

b) Un albumen;

c) Un embryon, comportant cotylédons et axe embryonnaire.

Chaque élément constitutif a été étudié séparément.

2. L'étude histologique a permis de mettre en évidence, dans chacun de ces éléments, des cellules de forme caractéristique et la présence de poches sécrétrices dans les cotylédons. L'étude microchimique a fait constater l'absence totale d'oxalate de calcium et de grains d'aleurone, la présence simultanée, dans les cellules du tegmen et de l'albumen, de globules huileux et de granules d'amidon.

3. L'examen des féculs, extraites des différentes parties de la graine, a permis de mettre en évidence les particularités qui les distinguent :

a) Variation du pourcentage de grains simples et composés;

b) Résistance plus grande de l'amidon d'embryon à l'action de la potasse.

4. La graine de *St. Bequaerti* est à ranger parmi les oléagineux. Elle est d'une richesse en huile plus élevée que la plupart des représentants connus et titre sensiblement autant de matière grasse que le *St. foetida*.

5. Les follicules sont particulièrement riches en potasse; les amandes dosent une quantité élevée d'acide phosphorique.

6. Le testa et les follicules contiennent principalement de la cellulose et de fortes quantités de pentosanes.

7. Tous les constituants de la graine sont dépourvus de tanin, d'alcaloïde et principe caféique; il en est de même des follicules. Les feuilles semblent posséder un alcaloïde.

8. On a étudié séparément les huiles de tegmen, d'amande, d'embryon et d'albumen. De ces études il résulte que :

a) Quel que soit le mode d'extraction employé, les huiles, provenant de la même partie de la graine, ont des propriétés identiques;

b) Les huiles de tegmen et d'amande ont des constantes physiques et chimiques qui prouvent une différence de constitution fondamentale;

c) L'huile de tegmen est non siccative et ne subit guère de polymérisation;

d) L'huile d'amande, bien que non siccative, se polymérise très facilement et ce à l'intermédiaire d'un acide alcool;

e) L'huile d'embryon doit être de constitution différente de celle de l'albumen; elle paraît être moins riche en produit polymérisable.

9. Des acides gras mélangés, obtenus aux dépens des huiles, on a pu extraire :

a) *Huile de tegmen* : environ 35 % d'acide saturé formé d'un mélange d'acides stéarique et palmitique. Pour les acides liquides, on a pu, par voie d'oxydation permanganique, conclure à la présence d'acide oléique et linoléique et de traces d'un acide alcool;

b) *Huile d'amande* : environ 15 % d'acide palmitique.

Les acides liquides contiennent de fortes quantités d'acide alcool, auquel on soupçonne une structure spéciale.

A la suite de ces études il est proposé de créer, dans la nomenclature des huiles, un groupe distinct « Groupe des huiles d'amande de *Sterculia* » à l'instar du groupe de l'huile de Ricin.

10. Tous les éléments de la graine contiennent des matières hydrocarbonées :

a) On peut admettre que le testa comporte environ 20 % d'un mélange de glucosanes, arabanes et galactanes;

b) Du tegmen il a été possible d'extraire du saccharose, ainsi qu'un hétéroside, ayant un indice de réduction enzymolytique approximatif de 326, et que l'on propose de dénommer « Sterculioside »;

c) L'amande renferme environ 5 % de saccharose qui a été obtenu cristallisé. A côté de celui-ci on soupçonne la présence de stachyose qui n'a pas encore pu être isolé.

---

## BIBLIOGRAPHIE

- (1) TH. et H. DURAND, *Sylloge Florae Congolanae, Phanerogamae*. Bruxelles, 1909, p. 60.
- (2) C. VERMOESEN, Manuel des Essences forestières du Congo belge. (*Publication du Ministère des Colonies*, 1923, p. 259.)
- (3) E. DE WILDEMAN, Étude sur la Flore du Bas- et Moyen-Congo. *Sterculia*. (*Annales du Musée du Congo Belge Botanique*, série V, vol. II, pp. 52 et 303; vol. III, p. 229.)
- *Etude sur la Flore des districts des Bangala et de l'Ubangi*. Misch et Thron. Bruxelles, 1911, p. 148.
- Les Forêts Congolaises. (*Bibliothèque Congo*, n° XIX, 1925, p. 198.)
- J. GILLET, S. J., Catalogue des plantes du Jardin d'Essais de la Mission de Kisanfu. (*Publication du Ministère des Colonies*, 1927, p. 145.)
- (4) E. DE WILDEMAN, Mission forestière et agricole du Comte Jacques de Briey au Mayombe. (*Idem*, 1920, p. 192.)
- (5) — *Reliquiae Deweyanae*, t. I, fasc. I, p. 23. (*Annales du Musée du Congo Belge Botanique*, série III.)
- (6) — Contribution à l'étude de la Flore du Katanga. (*Publication du Comité Spécial du Katanga*. Bruxelles, 1921, p. 130.)
- Études sur la Flore du Katanga, t. I, fasc. III, p. 211. (*Annales du Musée du Congo belge Botanique*, série IV.)
- *Compagnie du Kasai. Mission permanente d'Études Scientifiques*. Bruxelles, 1910, p. 353.
- (7) — *Plantae Bequaertianae*, 1921-1922, vol. I, p. 519.
- (8) FLUCKIGER, *Pharm. Journ. and Transactions*, 1870, 10, p., 641.
- (9) H. HOLLAND, The Useful Plants of Nigeria. (*R. Bot. Gard. Kew Bulletin of Miscellaneous Inf.*, Ad. Ser., IX, p. 91.)
- (10) EM. PERROT, *Sur les productions végétales de l'Afrique occidentale française*, 1929, p. 189.
- (11) Dr H.-J. DE CORDEMOY, *Gommes Résines*. Paris, Challamel, 1900, p. 64.
- (11bis) K. HEYNE, De nuttige planten van Nederlandsch Indië. (*Dpt. van Landbouw, Nijverheid en Handel*. Buitenzorg. 1927, II, bl. 1066.)
- (12) J. PIERAERTS, Contribution à l'étude des Malvales oléifères. IV. Sterculiacées. (*Les Matières Grasses*. Paris, 1927, n° 229, p. 7834.)
- (13) J. LEVKOWITSCH, traduit par E. BONTOUX, *Huiles, Graisses et Cires*, 1909, t. II, p. 902.
- (14) H. JUMELLE, *Les Huiles Végétales*. J. B. Baillière, 1921, p. 198.
- (15) Dr L. UBBELOHDE, *Chemie und Technologie der Oele und Fette*, 1920, Bd. II, p. 54.
- (16) TH. PECKOLT, *Ber. der D. Pharm. Gesell.*, 1920, X, p. 52.

- (17) P. LE COINTE, *Boletim da Escola de Química Industrial*, n° 1, 1929, p. 28. Livraria Classica. Para-Belem.
  - (18) W. HALDEN und AD. GRÜN, *Analyse der Fette und Wachse*, 1929, Bd. II, p. 294.
  - (19) E. WEDEMEYER, Ueber das Oel von Java oliven. (*Zeitschrift für Unters. der Nahrungs- und Genussmittel*, 1906, Bd. XII, p. 218.)
  - (20) G. H. BERTRAM. Over de bereiding van eenige oliezuren. (*Dissertatie*. Delft, 1929.)
  - (21) De Samenstelling van Indische Voedingsmiddelen. (*Bulletin van het Kol. Museum te Haarlem*, n° 46, Maart 1911, blz. 132.)
  - (22) P. J. WESTER, The Food Plants of the Philippines. (*Bureau of Agricultura Manila*, 1925. *Bulletin* n° 39, p. 38.)
  - (23) F. HEIM, *Bulletin de l'Office Colonial France*, 9<sup>e</sup> année, 1917, p. 348.
  - (24) BONFOUX-LEWKOWITSCH, *Huiles, Graisses et Cires*, 1929, t. I, p. 699.
  - (25) J. PIERAERTS et L. ADRIAENS. *Les Matières Grasses*. Paris, 1929, n° 253, p. 8510.
  - (26) EM. ANDRÉ, Sur les acides alcool contenus dans une huile de pépins de raisins. (*C. R. T.*, 176, 1923, p. 843.)
  - (27) L. ADRIAENS, *Les Matières Grasses*. Paris, 1932, n° 287, p. 9444.
  - (28) G. TANRET, Sur la présence du Stachyose dans le haricot et les graines de quelques Légumineuses. (*Bulletin Soc. Chim. de France*, 4<sup>e</sup> série, t. 13, p. 176, 1913.)
-



## TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION . . . . .	3
<b>PREMIÈRE PARTIE. — Généralités sur les Sterculia.</b>	
A. — Botanique . . . . .	5
B. — Chimie . . . . .	10
1. Gommés . . . . .	10
2. Alcaloïdes, Hétérosides, Holosides . . . . .	11
3. Oléagineux . . . . .	11
<b>DEUXIÈME PARTIE. — Recherches relatives au St. Bequaerti.</b>	
CHAPITRE I. — <i>Etude histologique et microchimique de la graine.</i> . . . .	17
I. — Description de la graine. — Caractères extérieurs. . . . .	17
II. — Structure histologique de la graine. — Description et propriétés des amidons . . . . .	20
A. — Testa . . . . .	20
B. — Tegmen . . . . .	21
1. Couche charnue externe. — Étude de l'amidon. . . . .	21
2. Coque . . . . .	26
C. — Albumen. — Étude de l'amidon . . . . .	30
D. — Embryon. — Étude de l'amidon des cotylédons. . . . .	51
CHAPITRE II. — <i>Etude chimique immédiate des fruits et des feuilles.</i> . . . .	65
A. — Graine . . . . .	65
1. Testa . . . . .	65
2. Tegmen . . . . .	66
3. Amande, Embryon, Albumen . . . . .	67
B. — Follicules . . . . .	69
C. — Feuilles. . . . .	70
CHAPITRE III. — <i>Etude des huiles et des acides gras mélangés.</i> . . . .	70
A. — Étude des huiles . . . . .	70
1. Huiles de tegmen et d'amande. . . . .	70
2. Huiles d'embryon et d'albumen . . . . .	72
3. Glycérides . . . . .	76
4. Considérations . . . . .	76
B. — Étude des acides gras mélangés . . . . .	79
1. Huile de tegmen . . . . .	79
2. Huile d'amande . . . . .	83
CHAPITRE IV. — <i>Etude des hydrates de carbone.</i> . . . .	94
1. Testa . . . . .	94
2. Tegmen. . . . .	97
3. Amande. . . . .	100
<b>TROISIÈME PARTIE. — Conclusions générales.</b> . . . .	
107	107
BIBLIOGRAPHIE. . . . .	110
TABLE DES MATIÈRES . . . . .	113



## LISTE DES MÉMOIRES PUBLIÉS

### COLLECTION IN-4°

#### SECTION DES SCIENCES NATURELLES ET MÉDICALES

##### Tome I.

- |   |      |
|---|------|
| 1. ROBYNS, W., <i>Les espèces congolaises du genre Digitaria Hall</i> (52 p., 6 pl., 1931). fr.   | 20 » |
| 2. VANDERYST, R. P. HYAC., <i>Les roches oolithiques du système schisto-calcaireux dans le Congo occidental</i> (70 pages, 10 figures, 1932)  | 20 » |
| 3. VANDERYST, R. P. HYAC., <i>Introduction à la phytogéographie agrostologique de la province Congo-Kasai. (Les formations et associations)</i> (154 pages, 1932)   | 32 » |
| 4. SCAËTTA, H., <i>Les famines périodiques dans le Ruanda. — Contribution à l'étude des aspects biologiques du phénomène</i> (42 pages, 1 carte, 12 diagrammes, 10 planches, 1932)  | 26 » |
| 5. FONTAINAS, P. et ANSOTTE, M., <i>Perspectives minières de la région comprise entre le Nil, le lac Victoria et la frontière orientale du Congo belge</i> (27 p., 2 cartes, 1932).   | 10 » |
| 6. ROBYNS, W., <i>Les espèces congolaises du genre Panicum L.</i> (80 pages, 5 planches, 1932)  | 25 » |
| 7. VANDERYST, R. P. HYAC., <i>Introduction générale à l'étude agronomique du Haut-Kasai. Les domaines, districts, régions et sous-régions géo-agronomiques du Vicariat apostolique du Haut-Kasai</i> (82 pages, 12 figures, 1933) | 25 » |

##### Tome II.

- |   |      |
|---|------|
| 1. THOREAU, J. et DU TRIEU DE TERDONCK, R., <i>Le gîte d'uranium de Shinkotobwe-Kasolo (Katanga)</i> (70 pages, 17 planches, 1933)  | 50 » |
| 2. SCAËTTA, H., <i>Les précipitations dans le bassin du Kivu et dans les zones limitrophes du fossé tectonique (Afrique centrale équatoriale). — Communication préliminaire</i> (108 pages, 28 figures, cartes, plans et croquis, 16 diagrammes, 10 planches, 1933) | 60 » |
| 3. VANDERYST, R. P. HYAC., <i>L'élevage extensif du gros bétail par les Bampombos et Baholos du Congo portugais</i> (50 pages, 5 figures, 1933)   | 14 » |

#### SECTION DES SCIENCES TECHNIQUES

##### Tome I.

- |   |          |
|---|----------|
| 1. MAURY, J., <i>Triangulation du Katanga</i> (140 pages, fig., 1930) | fr. 26 » |
|---|----------|

### COLLECTION IN-8°

#### SECTION DES SCIENCES MORALES ET POLITIQUES

##### Tome III.

- |  |      |
|--|------|
| 1. PLANQUAERT, R. P. M., <i>Les Jaga et les Bayaka du Kwango</i> (184 pages, 18 planches, 1 carte, 1932). fr.  | 45 » |
| 2. LOUWERS, O., <i>Le problème financier et le problème économique au Congo Belge en 1932</i> (69 pages, 1933) | 12 » |

#### SECTION DES SCIENCES NATURELLES ET MÉDICALES

##### Tome I.

- |  |      |
|--|------|
| 1. ROBYNS, W., <i>La colonisation végétale des laves récentes du volcan Rumoka (laves de Kateruzi)</i> (33 pages, 10 planches, 1 carte, 1932). fr.                             | 15 » |
| 2. DUBOIS, A., le Dr, <i>La lèpre dans la région de Wamba-Pawa (Uele-Nepoko)</i> (87 pages, 1932)  | 13 » |
| 3. LEPLAE, E., <i>La crise agricole coloniale et les phases du développement de l'agriculture dans le Congo central</i> (31 pages, 1932)                                       | 5 »  |
| 4. DE WILDEMAN, E., <i>Le port suffrutescens de certains végétaux tropicaux dépend de facteurs de l'ambiance</i> (51 pages, 2 planches, 1933)                                  | 10 » |
| 5. ADRIAENS, L., CASTAGNE, E. et VLASSOV, S., <i>Contribution à l'étude histologique et chimique du Sterculia Bequaerti De Wild.</i> (112 pages, 2 planches, 28 figures, 1933) | 24 » |

##### Sous presse :

- PAGÈS, R. P., *Au Ruanda, sur les bords du lac Kivu, Congo belge. Un royaume hamite au centre de l'Afrique* (in-8°).
- STEYAERT, R. et VRYDAGH, J., *Étude sur une maladie grave du cotonnier provoquée par les piqures d'Helopeltis* (in-8°).
- VAN NITSEN, R., *L'hygiène des travailleurs noirs dans les camps industriels du Haut-Katanga* (in-8°).