

UNIVERSITE DE DAKAR

---

ECOLE INTER-ETATS DES SCIENCES ET MEDECINE VETERINAIRES

---

ANNEE 1982

N° 2

**ASPECTS BIOLOGIQUES DES MIELS  
PRODUITS AU SENEGAL**

**THESE**

présentée et soutenue publiquement le 11 janvier 1982  
devant la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar  
pour obtenir le grade de DOCTEUR VETERINAIRE  
(DIPLOME D'ETAT)

**Par**

**Madame Safiétou TOURE, épouse FALL**  
née le 3 novembre 1955 à KAOLACK (Sénégal)

**Président du jury : Monsieur François DIENG**

**Rapporteur : Monsieur Omar SYLLA**

**Membres : Messieurs Alassane SERE**

**Ahmadou Lamine NDIAYE**

## E R R A T A

### P a g e 1

Ligne 11 : lire a été mise à rude épreuve à la place de est mise à rude épreuve.

### P a g e 28

Ligne 7 : lire extraction à la place de extracteur.

### P a g e 43

Ligne 12 : lire le principe : Après défécation un réactif cupro-alcalin....

Ligne 23 : lire acétate de zinc 30 p 100.

Ligne 13 : lire cette réduction est déterminée par addition d'un réactif phosphomolybdique. La réduction de ce réactif par l'oxyde cuivreux provoque l'apparition d'une coloration bleue.

### P a g e 56

$$\text{lire } C = \frac{1}{3} \left( \frac{S_1}{ST_1} + \frac{S_2}{ST_2} + \frac{S_3}{ST_3} \right)$$

$$\text{au lieu de } C = \frac{1}{3} \left( \frac{S_1}{ST_1} + \frac{S_3}{ST_3} \right)$$

### P a g e 96

Ligne 32 : lire simplifie à la place de signifie.

ECOLE INTER-ETATS  
DES SCIENCES ET MEDECINE VETERINAIRES  
DE DAKAR

LISTE DU PERSONNEL ENSEIGNANT POUR L'ANNEE  
UNIVERSITAIRE 1981 - 1982

I- PERSONNEL A PLEIN TEMPS

1- PHARMACIE TOXICOLOGIE

N----- Professeur  
François Adébayo ABIOLA----- Assistant

2- PHYSIQUE MEDICALE-CHIMIE BIOLOGIQUE

N ----- Professeur  
Germain Jérôme SAWADO----- Assistant

3- ANATOMIE-HISTOLOGIE-EMBRYOLOGIE

N ----- Professeur  
Charles Kondi AGBA----- Maître-Assistant  
François LAMARQUE ----- V.S.N.  
Houréni GANYOU ----- Moniteur  
Jean-Jacque GANSHIE BOKALLY ----- Moniteur  
Amadou ADAMOU ----- Moniteur

4- PHYSIOLOGIE-PHARMACODYNAMIE-THERAPEUTIQUE

Alassane SEPE ----- Maître de Conférences  
Algor THIAM ----- Moniteur

5- PARASITOLOGIE-MALADIES PARASITAIRES-ZOOLOGIE

N ----- Professeur  
Joseph VERCRUYSSSE ----- Assistant  
Louis Joseph FANGUI ----- Assistant  
Sacca LAFIA ----- Moniteur

.../

6- HYGIENE ET INDUSTRIE DES DENREES D'ORIGINE ANIMALE

N-----	Professeur
Malang SEYDI -----	Maitre-Assistant
Peter SCHANDEVYL-----	Assistant
Eugène BIADJA -----	Moniteur

7- MEDECINE-ANATOMIE PATHOLOGIQUE-CLINIQUE AMBULANTE

N -----	Professeur
Roger PARENT -----	Assistant
Théodore ALOGNINUWA -----	Assistant

8- REPRODUCTION ET CHIRURGIE

N -----	Professeur
Papa El Hassan DIOP -----	Maitre-Assistant
Jean GUILLOTON -----	V.S.N.
Christophe LE PETIT -----	V.S.N.
Fidèle Molélé MBAINATINGATOLOUM -----	Moniteur

9- MICROBIOLOGIE-PATHOLOGIE GENERALE-MALADIES CONTAGIEUSES  
ET LEGISLATION SANITAIRE

N -----	Professeur
Justin Ayayi AKAKPO -----	Maitre-Assistant
François FUMOUX -----	Assistant
Pierre BORNAREL -----	Assistant de Recherches

10- ZOOTECNIQUE-ALIMENTATION-DROIT-ECONOMIE

Ahmadou Lamine NDIAYE -----	Professeur
Oumarou DAWA -----	Assistant
René BESSIN -----	Moniteur

.../

II- PERSONNEL VACATAIRE

BIOPHYSIQUE

René NDOYE

Maitre de Conférences  
Faculté de Médecine et de Pharmacie  
Université de DAKAR

Alain LECOMPTE

Chef de travaux  
Faculté de Médecine et de Pharmacie  
Université de DAKAR

PHARMACIE-TOXICOLOGIE

Mamadou BADIANE

Docteur en pharmacie

BIOCHIMIE PHARMACEUTIQUE

Mme Elisabeth DUTRUGE

Maitre-Assistant  
Faculté de Médecine et de Pharmacie  
Université de DAKAR

Amadou DIOP

Assistant  
Faculté de Médecine et de Pharmacie  
Université de DAKAR

AGRONOMIE

Simon BARRETO

Maitre de Recherches - ORSTOM

BOTANIQUE

Guy MAYNART

Maitre-Assistant  
Faculté de Médecine et de Pharmacie  
Université de DAKAR

DROIT ET ECONOMIE RURALE

Mamadou NIANG

Chercheur à l'I.F.A.N.  
Université de DAKAR

.../

ECONOMIE GENERALE

Assistant  
Faculté des Sciences Juridiques  
et Economique -  
Université de DAKAR

III- PERSONNEL EN MISSION (Prévu pour 1981-82)

ANATOMIE PATHOLOGIQUE GENERALE

Michel MORIN

Professeur  
Faculté de Médecine Vétérinaire  
Saint Hyacinthe-QUEBEC

ANATOMIE PATHOLOGIQUE SPECIALE

Ernest TEUSCHER

Professeur  
Faculté de Médecine Vétérinaire  
Saint Hyacinthe-QUEBEC

BIOCHIMIE VETERINAIRE

François André

Professeur  
E.N.V. TOULOUSE

CHIRURGIE

J.P. GENEVOIS

Maitre de Conférences  
E.N.V. - TOULOUSE

PATHOLOGIE DE LA REPRODUCTION-OBSTETRIQUE

Jean FERNEY

Professeur  
E.N.V. TOULOUSE

PATHOLOGIE DES EQUIDES

Jean Louis POUCHELON

Maitre de Conférences  
E.N.V. - ALFORT

PATHOLOGIE BOVINE

Jean LECOANET

Professeur  
E.N.V. - NANTES

.../

PATHOLOGIE GENERALE-MICROBIOLOGIE-IMMUNOLOGIE

Jean OUDAR

Professeur

E.N.V. - LYON

PATHOLOGIE INFECTIEUSE

Jean CHANTAL

Professeur

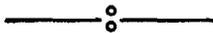
E.N.V. - TOULOUSE

PARASITOLOGIE

Jean BUSSIERAS

Professeur

E.N.V. D'ALFORT



- A Monsieur François DIENG : Professeur à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de DAKAR.

Nous avons trouvé auprès de lui, une disponibilité rare. Qu'il soit remercié de l'honneur qu'il nous fait en acceptant de présider le jury de notre thèse.

- A Monsieur Oumar SYLLA : Professeur à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de DAKAR.

Il a inspiré et guidé notre thèse. Les conseils qu'il nous a prodigués ont permis la réalisation de ce travail dont il est le juge.

Qu'il trouve ici le témoignage de notre reconnaissance et notre profonde gratitude.

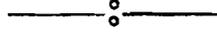
- A Monsieur Amadou Lamine NDIAYE : Professeur à l'Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires de DAKAR.

Il a suivi pas à pas l'avancement de notre travail et nous fait l'honneur de le juger. Qu'il trouve ici le témoignage de nos remerciements.

- A Monsieur Alassane SERE, : Maître de Conférences à l'Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires de DAKAR.

Qu'il soit remercié de l'intérêt qu'il a apporté à notre travail et l'honneur qu'il nous fait en acceptant d'être parmi nos juges.

A M O N P E U P L E



A Mes parents, A mon mari

A Toute ma famille

A Mes soeurs et frères

A Mes camarades et amis

Au Mouvement étudiant

A Mes Professeurs

A Tous ceux qui de près ou de loin ont  
contribué à la réalisation de cette  
thèse.

..... Je dédie ce travail.

"Par délibération, la Faculté et l'Ecole ont décidé que les opinions émises dans les dissertations qui leur sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elles n'entendent leur donner aucune approbation ni improbation".

I N T R O D U C T I O N  
=====

LE PROBLEME DE LA SATISFACTION DES BESOINS  
NUTRITIONNELS DES SENEGALAIS

Situé à l'extrême ouest de l'Afrique le long du littoral atlantique, le Sénégal est limité au nord par la Mauritanie, à l'est par le Mali et enfin au sud par la Guinée Bissau et la République Démocratique de Guinée.

Cette position géographique entre les 18 et 24 degrés de latitude nord et 11 à 17 degrés de longitude ouest classe le Sénégal dans la zone dite du sahel caractérisée notamment par des cuvettes alluvionnaires. Cette zone est mise à rude épreuve ces dix dernières années par la sécheresse et l'avancée du désert. Il en résulte que les pays du sahel accusent un déficit vivrier très important qui retentit sur l'alimentation humaine et animale. Une telle situation ne favorise pas les politiques de développement mises en oeuvre surtout en direction de l'économie rurale. De nombreuses études et recherches en portent témoignage. Des enquêtes effectuées par l'ORANA montrent que dans bon nombre de régions, les céréales assurent pour l'essentiel des besoins énergétiques avec un apport protéique généralement déficient. Il existe d'autres carences variées, carence en calcium axerophthol, thiamine, acide folique et cobalamine associées à des carences minérales en macro et oligo éléments.

L'absence ou l'insuffisance de ces facteurs importants pour le métabolisme cellulaire dans l'alimentation est l'une des causes de pathologie nutritionnelle spécifique particulièrement marqué dans le jeune âge et dans certaines régions. Citons les cas d'anémie ferriprive, de béribéri consécutifs à la consommation de riz blanchi et de kwashiorkor expression de polycarences à prédominance protéique.

.../

Cette vue synoptique de l'état alimentaire des hommes et des animaux au Sénégal montre que les problèmes qui se posent appellent des solutions urgentes et diversifiées dans le cadre de politiques nationales de développement.

DIFFERENTS TYPES DE SOLUTION A PRECONISER. UTILISATION DU MIEL  
POUR LA SATISFACTION DES BESOINS GLUCIDIQUES. LE BUT DE NOTRE ETUDE.

La promotion d'une politique agricole diversifiée capable d'amoindrir les effets de la sécheresse cela dans le but de rendre l'agriculture et l'élevage moins dépendantes des aléas climatiques incontrôlables. Tout cela n'est réalisable qu'avec la mise en oeuvre d'une politique de l'eau plus dynamique par l'utilisation des cours d'eau auxquels notre territoire a accès et la récupération des eaux de ruissellement.

Un autre aspect des solutions à préconiser est la diversification des sources alimentaires avec le problème important de la reconversion des habitudes alimentaires. Il faut consommer toutes les denrées alimentaires disponibles. Pour cela une étude scientifique et minutieuse de ces ressources est nécessaire en vue de leur révalorisation sans pour autant négliger l'aspect sociologique.

C'est dans ce cadre que se situent nos préoccupations dans l'étude biologique du miel. Il s'agit d'une approche pluridisciplinaire qui traitera de l'aspect tant biochimique et microbiologique que nutritionnel et pharmacologique.

.../

Nos préoccupations sont aussi économiques car le développement de l'apiculture au Sénégal pourrait couvrir un chiffre d'affaire de l'ordre de cinq milliards.

Après l'étude géobotanique du cadre, nous<sup>nous</sup>/proposons d'étudier les aspects zooéconomiques de la question pour ensuite dans les chapitres chimiques et microbiologiques voir les techniques d'analyse, les moyens de contrôle. Nous livrerons enfin les résultats partiels auxquels la mise en pratique des techniques d'analyse nous aura permis d'accéder.

I<sup>e</sup> PARTIE

D O N N E E S    G E O B O T A N I Q U E S

D U    S E N E G A L

=====

## LE RELIEF

Le Sénégal est un pays plat. Les élévations sont comprises entre 2 et 50 m sauf la pointe occidentale où les mamelles atteignent 100 m et les falaises de Thiès 70 m vers la frontière de la Guinée Conakry quelques hauteurs accusent 400 m.

## LE CLIMAT

### I- Généralités

Plusieurs zones d'influence climatiques permettent de donner les différences du point de vue climatique.

L'année est communément divisée en deux saisons : la saison sèche plus longue que la saison humide au cours de laquelle on enregistre les précipitations. Mais une division plus subtile liée à l'observation traditionnelle divise l'année en quatre périodes :

- Le Nor
- Le Thiorone
- Le Navet
- Le Lolli.

Le Nor est la période sèche proprement dite. Elle s'étend de février à avril avec une élévation progressive des températures et la prédominance de l'harmatan vent chaud et sec à l'intérieur et de l'alizé sur la côte.

Le Thiorone va du mois d'avril au mois de juin, avec des températures excessives et l'air humide annonce la mousson.

.../

Le Navet de juillet à octobre. C'est la saison des pluies.

Le Lolli va de novembre à janvier après la saison des pluies on a une période fraîche avec des précipitations faibles appelées 'Heug'.

## II-Les Composantes du Climat

- la température.
- les précipitations.
- les vents.

Tous ces éléments ont une incidence sur la vie des abeilles et l'état du couvert végétal donc déterminent directement la production et la qualité des miels produits.

### 1-La température

Le Sénégal est un pays tropical. Il se trouve une des parties les plus chaudes du monde. Dans les régions cotières subissent néanmoins l'influence modératrice de la mer. Les températures moyennes varient en fonction des localités, les limites sont de 13 à 35°, les espèces tropicales d'abeilles sont adaptées à ces élévations thermiques.

### 2-Le régime des vents

La situation du Sénégal, à la pointe ouest de l'Afrique, influe sur les données climatiques et singulièrement sur le régime des vents. Les principaux vents au Sénégal sont :

.../

- l'alizé maritime
- la mousson
- l'harmattan.

### L'alizé maritime

Il souffle en permanence sur l'atlantique, c'est le véhicule de l'influence maritime sur la côte de novembre à mai.

### La mousson

C'est le vent annonciateur des pluies, c'est un courant aérien qui va du secteur ouest au Sénégal Oriental et remonte vers le nord ouest.

### L'harmattan

Est un vent continental qui souffle de l'est vers l'ouest. Il souffle toute l'année en altitude ; c'est un vent chaud et sec, superposé à la mousson pendant la saison humide et à l'alizé maritime pendant la saison sèche. Facteur favorisant la dessiccation, ce vent limite le volume des arbres et peut même interdire le développement des plantes.

### 3-La pluviométrie

Les pluies sont enregistrées au début de l'année (Décembre Janvier) et pendant la saison des pluies de mai à octobre. La majeure partie de l'année est une période sèche.

.../

La zone sud a la pluviométrie la plus élevée. Cette pluviométrie baisse régulièrement du sud vers le nord. Le nombre total de jours de pluie qui est de 100 à Ziguinchor n'atteint plus que 27 à Dagana.

L'influence des précipitations sur la végétation est déterminante.

#### 4-L'humidité atmosphérique

L'humidité relative, c'est-à-dire "le rapport entre le poids de la vapeur d'eau contenue dans un certain volume d'air et le poids maximum de vapeur d'eau que pourrait contenir ce volume d'air à la même température", exerce une influence directe sur la vitesse d'évaporation de l'eau et sur les phénomènes biologiques corrélatifs à la transpiration des plantes. La valeur moyenne de cette humidité relative varie de 51 à 58. Les moyennes annuelles décroissent quand on s'éloigne du littoral et augmentent à l'intérieur du nord vers le sud. On enregistre les valeurs maximales pendant la saison arrosée ; les valeurs minimales sont groupées entre janvier et avril. L'humidité relative subit une influence directe du régime des vents. L'harmatant vent chaud et sec détermine les valeurs minimales. Par contre la mousson vent porteur de pluies détermine des valeurs maximales. Enfin l'alizé des acores détermine une hygrométrie élevée pendant toute l'année le long du littoral.

#### 5-L'insolation

Comme élément qui intervient directement sur la photosynthèse, c'est la source principale d'énergie dont disposent les végétaux.

Les valeurs minimales se situent en août quand les masses d'air humides font écran. On enregistre des **valeurs maximales** en avril.

.../

## 6- L'évaporation

Elle est très intense dans tous le pays. Partout elle est supérieure à la pluviométrie sauf à Ziguinchor.

Ce résumé des données climatiques nous montre que le Sénégal trouve sa place dans la zone sahélo-soudanienne en Afrique.

Dans le nord du pays on retrouve les caractéristiques du domaine sahélien : déficit hydrique important

- irrégularité saisonnière et mensuelle des pluies.
- longue saison sèche et saison humide brève.
- température élevée.

Cette zone nord a peu de prédisposition apicole car il faut de l'eau et des végétaux aux abeilles. Seules seront favorisées la zone delta du fleuve et de l'embouchure.

Puis on passe progressivement vers le sud à une zone soudano-sahélienne, soudanienne, soudano-guinéenne et guinéenne avec des précipitations croissantes et des conditions climatiques plus favorables à la production de miel.

## H Y D R O G R A P H I E

Le Sénégal a une façade atlantique très étendue couvrant toute sa limite ouest.

Le fleuve Sénégal prend source dans le Fouta Djallon et se déploie sur 850 km au nord-est du Sénégal. Ses principaux affluents sont la Falémé et le lac de Guiers. Son régime est irrégulier en rapport avec les variations de la pluviométrie. Les pluies provoquent un gonflement et déterminent des diverticules :

.../

- le Gorom
- le Djeuss
- le Kassak
- le Lampsar
- le Djoudj qui sont sources d'eau pour les abeilles.

Le Sine et le Saloum sont en réalité des bras de mer. Leurs eaux saumâtres déterminent dans cette zone une flore halophile.

La Gambie se déploie pour une large part dans la République de Gambie enclavée. C'est un fleuve qui arrose cependant le Sénégal Oriental, son régime est irrégulier mais il n'est jamais à sec.

La Casamance comprise dans la zone guinéenne, ce fleuve n'est jamais à sec. Ses bords sont peuplés de palétuviers, l'ensemble détermine une zone assez propice à l'apiculture.

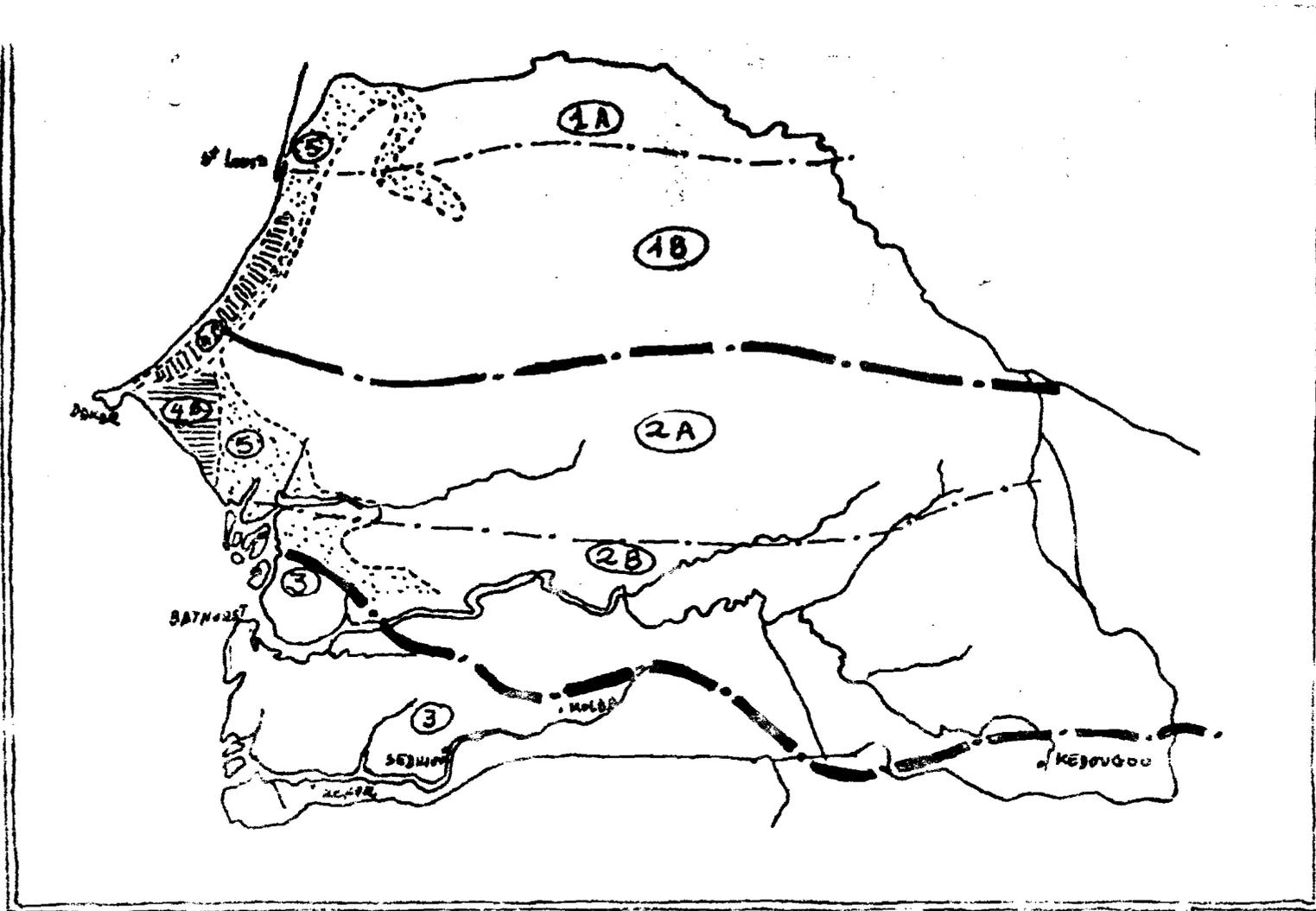
En dehors de ces principaux cours d'eau, il existe des lacs souvent à sec comme la Somone et le Baling. Le lac de Guiers et celui des Niayes constituent des sources d'eau appréciables pour les abeilles.

## LES SOLS

### 1- Le domaine sahélien

C'est le nord du Sénégal. On y trouve une prédominance des sols tropicaux. Leur taux en matière organique est plus faible que celui des autres sols. Giffard les scinde en deux types de sol.

.../



DIVISIONS PHYTOGEOGRAPHIQUES DU SENEGAL (D'APRES J.-L. TROCHAIN)

- 1. DOMAINE SAHELIEN { 1A = secteur sahelo-saharien  
1B = secteur sahelo-soudanien } REGION PHYTOGEOGRAPHIQUE SOUDANO-DECCANIENNE
- 2. DOMAINE SOUDANIEN { 2A = secteur soudano-sahalien  
2B = secteur soudano-guineen } REGION PHYTOGEOGRAPHIQUE CONGO-INDIENNE
- 3. DOMAINE GUINEEN
- 4. DOMAINE SUBGUINEEN { 4A = La « Pays des Naryes »  
4B = Relique ... } REGION PHYTOGEOGRAPHIQUE CONGO-INDIENNE

Les sols bruns occupent la vallée du Sénégal correspondant au secteur sahélo-saharien.

Les sols bruns rouges sont plus pauvres en matière organique que les sols bruns. Ils présentent un horizon de surface humifère d'une épaisseur moyenne de 0,50 m puis accusent une couleur rousse en profondeur. Cette couleur est le résultat d'une imprégnation des grains de quartz par l'oxyde de fer.

La vallée du Sénégal est une zone particulière, large de 25 km en amont de Dagana et 70 km dans le pseudo delta. Elle est composée de sols limons, riches peu submergés par le fleuve ; il y a ensuite les "Tin" sols de couleur foncée, localisés autour de certaines mares temporaires ou permanents dans lesquels le fer réduit à l'état ferreux donne des teintes gris bleuté au profil.

Des sols ferrugineux type dior composent la bande de dunes, les dépressions entre les dunes sont inondées par les fluctuations de la nappe phréatique d'eau douce ; y sont formés des sols hydromorphes halomorphes.

## 2- Le domaine soudanien

On y trouve les sols ferrugineux type "Dior". La zone de transition soudano-sahélienne est caractérisée par des sols ferrugineux non lessivés. Les sols ferrugineux lessivés sont identifiés au delà du 14<sup>e</sup> parallèle cela est à mettre en rapport avec l'augmentation des précipitations.

Au niveau du secteur soudano-guinéen les sols sont pauvres en matière organique, leur surface à une teinte claire.

.../

### 3- Le domaine guinéen

a des sols ferrallitiques colorés en rouge par la répartition uniforme des oxydes de fer qui saturent en surface la kaolinite le pourcentage en argile est élevé.

LA VEGETATION : Peuplement forrestier et plante mellifère au Sénégal.

Les différences entre zones climatiques déterminent des variations du couvert végétal. Ce couvert végétal, fournisseur des abeilles en nectar et pollen a une action directe sur les potentialités apicoles d'une zone. C'est pourquoi on retrouve les mêmes zones : sahélienne, soudanienne, guinéenne.

La végétation subit un changement progressif d'un domaine à l'autre formant des zones de transition avec une végétation très variée.

### 1- Le domaine sahélien

Il est caractérisé par un déficit hydrique et une irrégularité des pluies très marquée.

La flore est xérophile. Nous avons une steppe sahélienne composée essentiellement d'acacia qui fleurissent pendant la saison froide. Les principales espèces sont:

- Acacia sénégale ou werek en oulof ;
- Acacia tortiles ;
- Acacia nilotica néb néb en oulof ;
- Acacia seyal ;
- Acacia albida ou Kad.

...

Ces acacia, très visités par les abeilles sont très sensibles au feu. Les feuilles apparaissent pendant la saison sèche et tombent pendant la saison humide ; elles sont excellentes comme engrais. Il y a aussi Balanites aegyptiaca soump en wolof ; arbre pyrophile qui permet une reconstitution de la végétation après un feu de brousse. Ces arbres s'accompagnent d'un certain nombre d'arbustes combretacés surtout comme Combretum glutinosum ou ratt en wolof et Combretum micranthum appelé quinquéliba en wolof.

Il y a aussi beaucoup d'autres essences parmi lesquelles on note Bauhinia reticulata ou Nguiguiss et Grewia bicolor ou Kel en wolof. Les pâturages sont très verts pendant la brève période de la saison humide, la faune est surtout représentée par des herbivores surtout, les ruminants en particulier. Il y a une grande concentration de bovidés et de rongeurs.

Giffard subdivise le domaine sahélien en 4 zones.

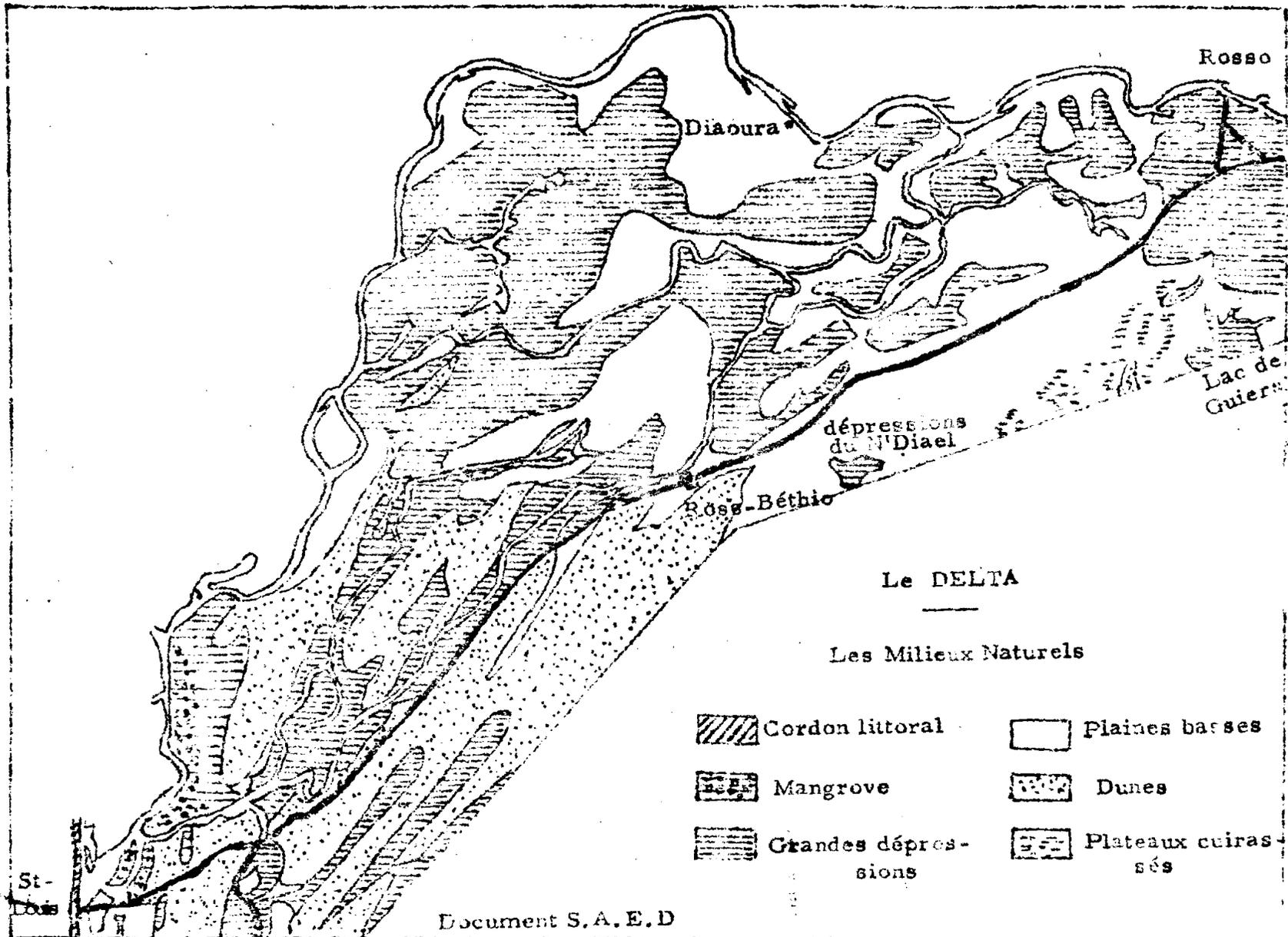
a)- la vallée du fleuve Sénégal

Elle est large de 20 km environ et comprend le walo inondé plusieurs mois par an presque totalement occupé par les cultivateurs, et le Diéri ; ce sont les terres hautes du lit majeur. Les sols sont d'un type léger d'origine dunaire ; les cultures maraichères et rizicoles y prennent le pas sur le peuplement forestier.

b)- le pseudo delta

C'est la zone comprise entre l'embouchure du fleuve Sénégal et le delta. Elle s'étend sur 400 000 hectares et comprend :

.../



- le cordon littoral : c'est une bande de sable séparant le fleuve de l'océan. La couverture végétale y est nulle.
- la mangrove sépare l'embouchure de la ville de Saint-Louis, elle est colonisée par les palétuviers. C'est une zone mélicole remarquable pourvue en eau et en végétaux.
- les grandes dépressions sont inondées pendant les 3/4 de l'année. Ce sont des prairies marécageuses peuplées d'arbustes dont Tamarix senegalensis.
- les plaines basses formées de mares temporaires avec des sols argileux à sablo-argileux peuplé d'acacia, de Tamarix ~~senegalensis~~ et de Parkinsonia aculeata.
- Dunes et piemonts dunaires : les sols sont ocre, peu évolués, peuplés d'Acacia scorpioides, Euphorbia balsamifera. Les cordons dunaires ont un sol perméable pauvre en matière organique, colonisées par les combretacés.

La partie centrale du delta est le siège de dunes continentales, on y trouve encore Acacia raddiana, Balanites aegyptiaca et rarement Adansonia digitata.

Les acacia dominant toujours au niveau des piemonts. On y note d'autres espèces encore parmi lesquelles Euphorbia balsamifera et Balanites aegyptiaca.

Dans le nord-est du delta entre la cuvette du NDiael et le lac de Guiers, se situe la cuirane fossile enfouie formée de colluvions

.../

limoneuses et d'argile limoneuse peuplé en majorité d'acacia, de Combretacées, Guiera sénégalsis, Ziziphus mauritiana ou sidém en wolof.

Au bord des mares on note la présence de Combretum micranthum Anogeisus lbiocarneus Grewia bicolor, Commiphora africana.

c)- Les Niayes

De l'embouchure à la presqu'île du Cap-Vert cette zone s'étend sur 200 000 ha. Elle est formée de dépressions. La flore y est de type guinéenne entre le 15° et le 17° parallèle à la faveur de la proximité de la nappe phréatique et de l'alizé qui maintient une hygrométrie élevée. Elaeis Guinéensis ou "tir" en wolof est l'arbre caractéristique. On retrouve cependant d'autres espèces formant une flore hygrophile méridionale. Cette zone a une vocation maraichère mais elle est entrain de se dégrader du fait des effets de la sécheresse et la désertification progressive.

d)- le district occidental du domaine

Sahélien est formé de sols perméables meubles et fragiles. Il est sous le coup d'une stérilisation progressive un phénomène de dégradation. Selon Giffard "il ne subsiste qu'acacia squelettiques, ficus boussouflés et feuillus baobab solitaire et rôniers filiformes, pommiers du cayor et manguiers qui ombragent les villages".

e)- le nord de la zone sylvo-pastorale

est ravagé par les feux de brousse. Il existe des pare-feux, dispositif de protection des paturages contre les incendies fréquents. On peut cependant noter la présence d'acacia et de combretacés.

.../

## 2- Le domaine soudanien

S'étend de la limite sud du domaine sahélien jusqu'à la moyenne Casamance, les précipitations sont réparties sur 6 à 8 mois avec seulement 4 à 6 mois réellement pluvieux. Le nombre de jours de pluie varie de 40 à 70.

Du point de vue floristique la densité des arbres est plus élevée. Les graminées forment un tapis plus fourni, c'est la savane arborée. La végétation existe en trois étages :

- une végétation arborée
- un étage composé d'arbustes
- un étage d'herbes très hautes dominé par les graminées.

Le baobab est l'arbre typique de la savane. Bombax costatum, Parkia biglobosa, le tamarinier Tamarix indécus.

Khaya senegalensis représente l'arbre de transition entre la zone soudanienne et la zone guinéenne. Dans les secteurs vallée il y a des forêts galeries. Aux arbres caractéristiques de la savane s'ajoutent : le palmier rônier : Borassus flabellifer, le bambou : Oxythenanthera abyssima. Dans les zones sablonneuses on trouve Guiera senegalensis.

### a)- le secteur soudano-sahélien

L'action néfaste du feu a été à l'origine d'un pseudo climat avec Combretum glutinosum, Acacia stenocarpa sur sol argileux et Acacia albida.

La pointe occidentale du Sénégal formé du Cap-Vert et de la région de Thiès a des sols à dominante riche en

...

carbonate, Adansonia digitata est l'arbre caractéristique. On retrouve en outre les Acacia qui forment une savane, Cette zone a une vocation agricole moins marquée.

Le bassin arachidier s'étend des lisières méridionales du delta à la vallée du saloum avec un prolongement vers les terres neuves.

Cette culture se fait sur sol "dior" sur sable silicieux, sur grès sablo-argileux ou sur sable argileux. Dans toute cette zone il n'y a presque pas de végétation climatique, la culture de l'arachide y occupe d'importantes terres. Seuls sont conservés Acacia sternocarpa, Tamarindus indica et Acacia albida.

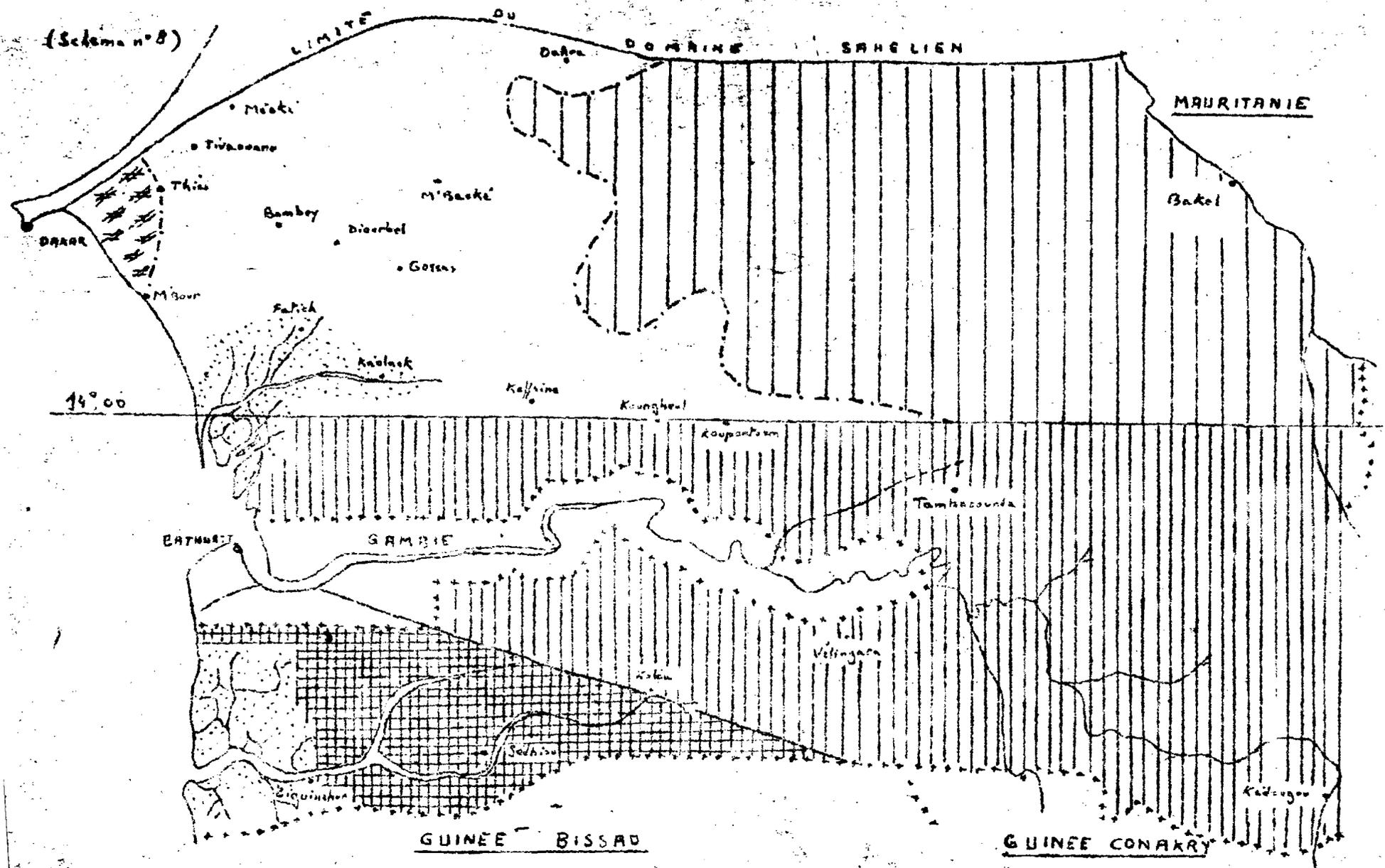
De larges surfaces arachidières sont trouvées dans les terres neuves qui s'étendent du bassin de l'arachide à la frontière malienne. Des incendies répétées en ont fait une savane arborée avec Acacia, Combretacé, Bombax Costatum et Sterculia setigera source de gomme.

La dernière composante du secteur soudano-sahélien, les terres salées du Sine-Saloum sont situées dans l'embouchure du Sine et du Saloum. Cette zone est le résultat des transgressions marines du quaternaire qui l'a transformée en un golfe comblé par une sédimentation de vase de sable.

Ces terres sont isolées par un cordon littoral. Le sol y est halomorphe, la mangrove n'existe que dans l'estuaire, il n'y a pas de végétation arborée, la strate herbacée est rare et irrégulière tel Tamarix Senegalensis qui colonise les buttes sableuses qui émergent des tannes stériles.

.../

(Schema n° 8)



- |   |  |   |                           |
|---|--|---|---------------------------|
|  | Massifs forestiers du district occidental. |  | Section soudano-guinéenne |
|  | Bassin de l'acachide                       |  | Domaine Guinéen           |
|  | Terres neuves                              |  | Mineraux et Tannins       |

## LES DOMAINES SOUDANIEN ET GUINEEN



Dans l'ensemble Acacia sternocarpa domine. Il est souvent associé à diverses espèces soudaniennes dont Borassus aethiopium, Daniella oliveri, Tamarindus indica. Remarquons qu'un phénomène de dégradation avancé est en cours, dégradation consécutive à la sécheresse d'abord, ensuite à un surpaturage ; cela est à l'origine de la baisse des possibilités agricoles.

b)- le secteur soudano-guinéen

Commence à partir du 14° parallèle. Il s'étend sur le Sénégal Oriental, le Sine Saloum et la Casamance en partie. Ce secteur est une savane forestière ou une forêt parc avec prédominance des arbres, cela en fonction des caractères edaphiques. La strate arborée est peuplée d'Albizia zygia, Daniella oliveri, Erythropheum guineense, Prosopis africana, Pterocarpus erinaceus, Sterculia setigera.

Dans le sous bois, il existe plusieurs espèces Les principales sont : Terminalia macroptera, Detarium microcarpum, Acacia marostachya, Cassia sieberiana.

Dans les galeries forestières on note la présence de Azelia africana, Cola cordifolia, Detarium senegalense, Parinari exselsa, Vitex cuneata, Les sols alluvionnaires sont colonisés principalement par les roneaies.

3- Le domaine guinéen

Situé dans la moyenne et basse Casamance, ce domaine est limitée par les isohyètes 1200 mm à l'ouest et 140 mm à l'est.

---

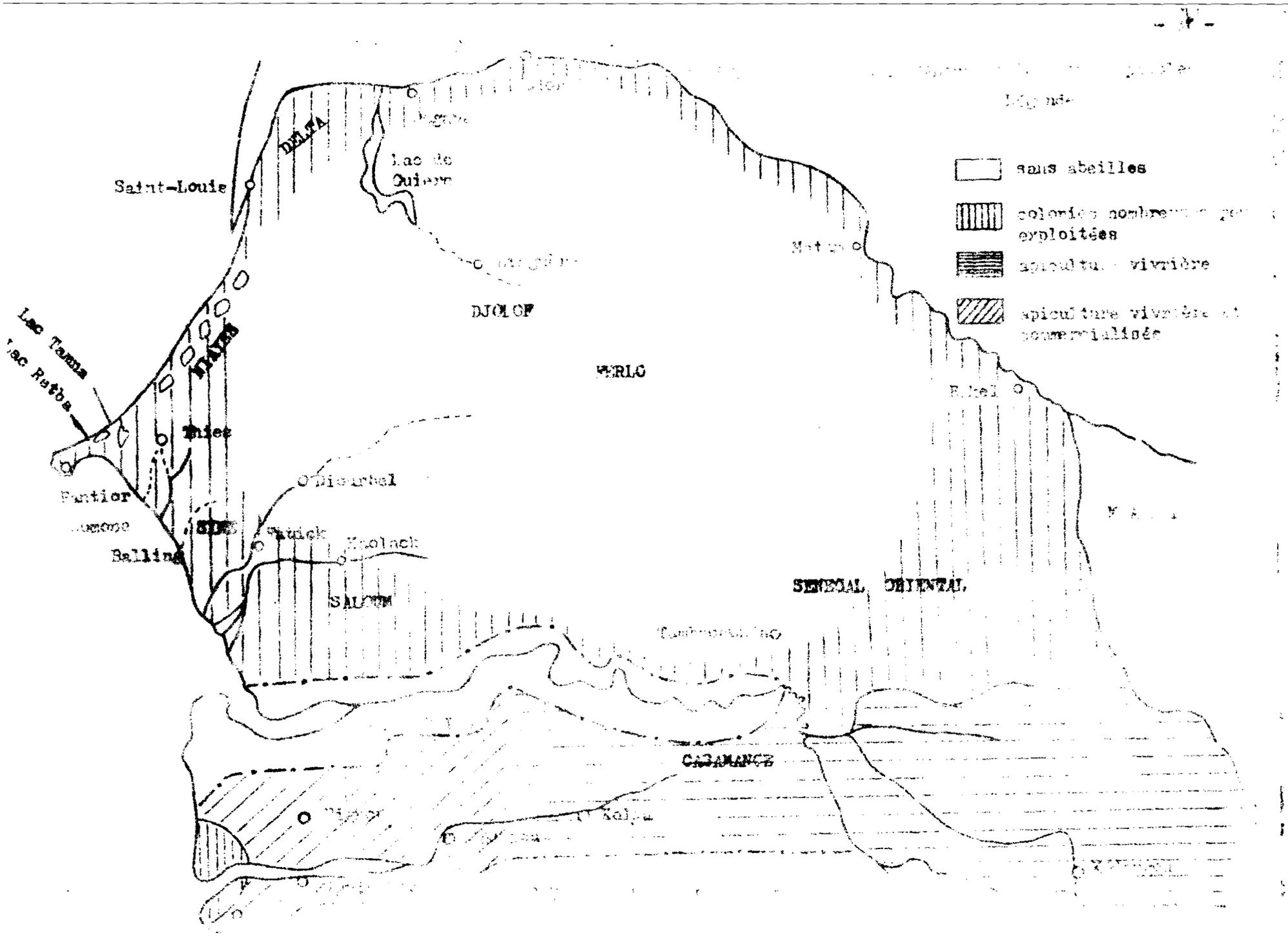
.../

La flore y est très riche et variée. Giffard dénombre 150 espèces. On y trouve des espèces propres au domaine comme par exemple : Afzelia ferruginea, Daniella thurifera, Eherbegia senegalensis, Parinari excelsa etc...

Il y aussi des espèces spécifiques au secteur soudano-guinéen comme : Khaya senegalensis, Parkia biglobosa Pterocarpus erinaceus, Daniella olivieri.

A l'ouest de ce domaine, la bande littorale méridionale est peuplée de chrysobolanus orbicularis, Parinari macrophyla. Il y a aussi des sols vaseux, colonisés par la mangrove à Rhizophora racemosa et à Acenia nitida.

Cette étude synoptique des données géobotaniques du Sénégal nous permet d'identifier les zones mélicoles recellant eau, climat favorable à l'épanouissement des abeilles et espèce végétale susceptible d'être visitée par les abeilles pour en recueillir le nectar et le pollen.



Légende

- sans abeilles
- colonies nombreuses peu exploitées
- apiculture vivrière
- apiculture vivrière et commercialisée

Saint-Louis

DELTA

Lac de Guiers

DJOLOF

VERLO

Matamoras

Rufisque

Lac Tamba  
Lac Retba

Fatick

Poutier

Guédiawaye

Balline

Diourbel

Fatick

Kaolack

SALOM

SENEGAL ORIENTAL

Lamboureau

CASAMANCE

Niary

Kolda

Dakar

II<sup>e</sup> P A R T I E

QUELQUES ASPECTS

ZOOLOGIQUES ET ECONOMIQUES

## LES ABEILLES

Insectes utiles, de la sous classe des endoptérygotes appartenant au sous ordre des aculéates, les abeilles sont des hyménoptères domestiqués depuis l'antiquité.

Les abeilles sont douées de la faculté de préparation de produit alimentaire d'une valeur nutritive élevée, le miel et la gelée royale en particulier. A ces produits on reconnaît aussi des vertus thérapeutiques dignes d'intérêt. C'est donc dire leur utilité, qui justifie les alliances multiples et durables que l'humanité se doit de contracter avec elles. Le type Apis mellifica est la plus productrice de miel. En Afrique on trouve Apis mellifica adansoni.

C'est un insecte social qui mène une vie communautaire en colonie dans une ruche de (10.000) dix mille à cent mille individus. La ruche a pour objectif l'autosuffisance alimentaire de ses habitants. Ces objectifs sont largement atteints comme en témoignent les stocks de miel qui gorgent les alvéoles de la ruche et font le bonheur des apiculteurs.

Une organisation du travail alliée à une division poussée des tâches est réalisée. Nous y reviendrons dans la description de la ruche et de la vie de ses habitants.

## LA RUCHE

La ruche est le lieu d'habitation des abeilles. La ruche naturelle est souvent pendue à un arbre ou logée dans le creux d'un tronc d'arbre. La domesticité des

...

abeilles les pousse souvent à installer leur ruche dans les maisons. La ruche héberge le couvain (les larves d'abeilles) et les différents types d'adultes qui ont différents noms selon leur rôle dans la ruche. Il y a :

- les ouvrières ;
- les mâles ;
- et la reine directrice de la ruche.

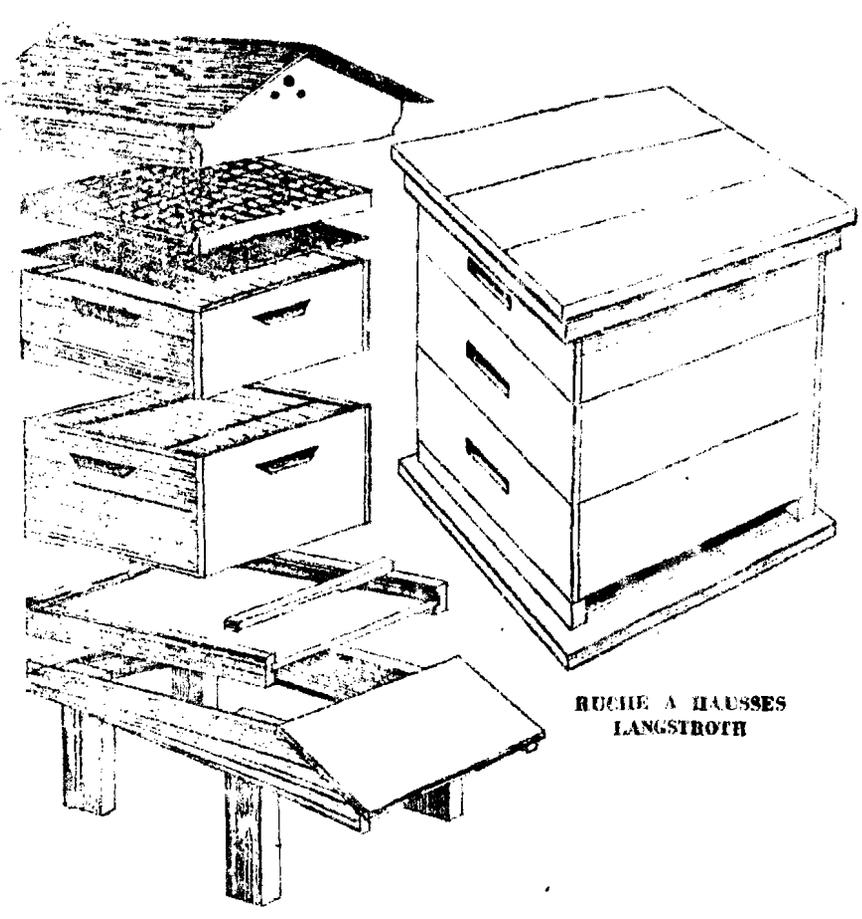
La ruche est construite à l'aide de la cire secretée par les glandes cirières des ouvrières. Elles en font de fines lamelles qui, enchevêtrées entre elles donnent des alvéoles de forme hexagonale. Ces alvéoles hébergent des milliers d'abeilles adultes, servant de berceau pour le couvain et de magasins dans lesquels sont stockés de grandes quantités d'une substance si nourrissante, sucrée et fermentescible : le miel. C'est ici le cas de parler d'un urbanisme de type supérieur.

### LES RUCHES ARTIFICIELLES

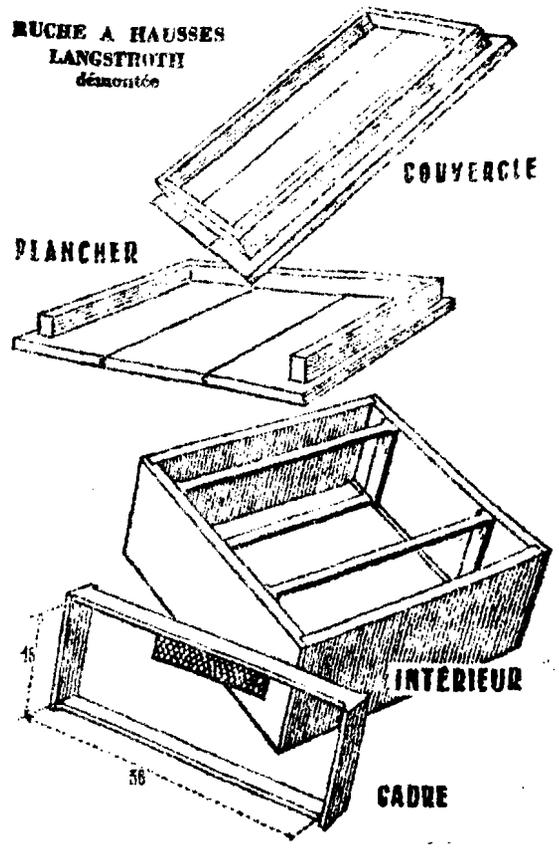
Il existe des ruches artificielles à cadre fixe ; leur contrôle régulier est impossible et la récolte du miel se fait par destruction de la ruche.

Les ruches à cadre mobile ont été inventées par LANGSTROTH en 1850. Aujourd'hui l'apiculture moderne les a modifiées. Ces types de ruche sont des caisses en fibrociment avec des rayons parallèles sur des fils métalliques qui portent en cire une ébauche de la forme des alvéoles des ruches de l'espèce d'abeille commune. on peut récolter

.../



RUCHE A HAUSSES  
LANGSTROTH



RUCHE A HAUSSES  
LANGSTROTH  
démontée

COUVERCLE

PLANCHER

INTERIEUR

CADRE

*Différentes parties d'une ruche rationnelle*

le miel sans risques de détruire la ruche, de tuer les abeilles, dans des conditions hygiéniques satisfaisantes. Ce système permet en outre un agrandissement de la ruche grâce à l'adjonction d'une hausse dans la partie haute. En général, un grillage empêche le passage de la reine dans la hausse. Seul le miel de la hausse est récolté.

Ces ruches artificielles sont très pratiques et permettent leur surveillance régulière mais elles peuvent être facteur de développement de microbien si l'apiculteur ne prend pas de précautions hygiéniques d'usage au cours de la manipulation. Cela est nécessaire pour une conservation toujours meilleure des produits de la ruche, le miel en particulier et pour une protection des abeilles contre les maladies.

## LES HABITANTS DE LA RUCHE

### LA REINE

C'est la directrice de la ruche. Elle a une structure dégénérée, l'appareil buccale atrophiée, la langue plus courte. Elle est dépourvue de corbeille à pollen. C'est pourquoi elle ne participe pas à la vie active de la ruche, elle est incapable de mener une vie indépendante.

Par contre c'est la seule femelle féconde de la ruche, La reine est nourrie de gelée royale secretée par les glandes céphaliques des ouvrières. Fécondée une fois de sa vie au cours du vol nuptial, sa fonction principale est la ponte. Elle pond sans arrêt 1000 à 1500 oeufs par jour, des oeufs fécondés qui conservés dans une cellule royale donnent une reine, conservés dans une cellule non

.../

**royale** donne naissance à une ouvrière. Les oeufs non fécondés parthénogénétiques donnent naissance à des mâles ou faux bourdons.

La deuxième fonction de la reine est la sécrétion de phéromones : ce sont des hormones qui imprègnent les individus de la ruche et maintiennent la cohésion de la famille. La reine a une longévité moyenne de trois à cinq ans. En cas de mort, la reine est remplacée par une ouvrière.

### LES OUVRIERES

Elles forment l'essentiel de la ruche au plan numérique. Ce sont les habitants actifs et productifs de la ruche. Plus petites que les mâles et la reine, elles sont stériles. Au plan anatomique elles sont caractérisées par :

- un appareil génital atrophié
- un appareil buccal de type suceur
- un appareil collecteur de pollen formé d'une corbeille à pollen et d'une brosse localisée au niveau des pattes postérieures.
- deux glandes particulières.

Les glandes pharyngiennes sécrètent la gelée royale pour l'alimentation de la larve de un à trois jours, et pour l'alimentation de la reine toute sa vie durant. Ces glandes sont localisées au niveau de la tête à proximité des pièces buccales.

Les glandes cirières : ces glandes secrètent la cire utilisée pour la construction des alvéoles de la ruche. Elles sont situées sur la face ventrale.

Ces particularités anatomiques permettent aux ouvrières de collecter nectar, pollen et propolis et de sécréter gelée royale et cire pour fabriquer le miel, s'assurer une autosuffisance alimentaire, de construire et d'entretenir leur lieu d'habitation.

### Fonction des ouvrières à l'intérieur de la ruche

De la naissance au vingtième jour de leur existence les ouvrières ne sortent pas de la ruche et jouent tour à tour le rôle de :

- nettoyeuse de la ruche jusqu'au 4e jour.
- nourrice du quatrième au quatorzième jour. Elles distribuent le miel et secrètent la gelée royale.
- gardienne du quatorzième au seizième jour.
- ventileuse du seizième au vingtième jour. Elles réalisent ainsi une climatisation de la ruche en créant de la chaleur par le mouvement des ailes pour le maintien de la température à 30°. Par cette ventilation, elles participent à la maturation du miel dans les alvéoles, en créant un courant d'air qui parachève la déshydratation du nectar transformé en miel.
- magasinière elles entrent en contact avec les butineuses et mettent le pollen dans les alvéoles.

### A l'extérieur de la ruche

Les ouvrières deviennent des butineuses. Elles visitent les différentes essences pour collecter :

- nectar
- miellat
- pollen
- propolis et eau.

L'ensemble de ces éléments forment le butin.

### Le nectar

C'est une substance fortement aqueuse secrétée par les pétales des fleurs. Le nectar porte la marque de l'espèce florale butinée. D'après J. BRU sa composition approximative est la suivante :

- Eau 80 p 100
- sucre (saccharose et levulose en particulier) 18 à 20p 100
- Gomme végétale
- Dextrine
- Substances diverses.

Par cette substance, les fleurs attirent les insectes qui leur assurent la fécondation. Ce nectar aspiré par l'abeille subit des transformations au niveau de son jabot. Il se produit une concentration et une hydrolyse enzymatique qui transforme le saccharose en glucose et levulose. L'enzyme responsable de cette réaction est l'invertase, la butineuse regurgite ce nectar transformé et le confie à une magasinnière qui le stocke dans une alvéole alimentaire.

---

.../

### Le pollen

C'est le pain "des abeilles". Elles en font un mélange avec le miel. Le pollen est recueilli au niveau de l'organe mâle des fleurs grâce à un appareil collecteur de pollen.

### La propolis

C'est une substance résineuse amère, d'une couleur variable, noirâtre ou rougeâtre très parfumée. Elle durcit et se casse à faible température mais devient malléable à 20°C. Les ouvrières la récoltent sur les bourgeons. Elles s'en servent pour colmater les fissures au sein de la ruche et comme moyen de défense pour agglutiner les insectes pillards et autres intrus de la ruche.

### Le miellat

C'est du nectar extra floral émis par les feuilles de certains végétaux lors de grosses chaleurs. Il donne un miel de moins bonne qualité.

### L'eau

C'est un élément indispensable à l'abeille. Elle a besoin de beaucoup d'eau pour satisfaire aux exigences d'une activité sécrétoire intense et assurer la digestion du pollen.

### LES MALES

Ils sont au nombre de 200 à 400 selon les ruches. Au plan morphologique, ils ont le corps trapu, des yeux énormes qui se rejoignent dans la face dorsale de la tête.

---

.../

Leur appareil génital est normal, leur rôle social est de féconder la reine au cours du vol nuptial. Un seul mâle parvient à la féconder et il meurt aussitôt après.

## LES PRODUITS DE LA RUCHE

Les abeilles sont des insectes utiles qui produisent :

- miel
- gelée royale et le pollen
- cire et venin

### Le miel

C'est le produit le plus important, le plus précieux de la ruche.

### Formation du miel

Le nectar (ou le miellat) récolté sur les fleurs subit une concentration dans le jabot de l'abeille. Il y a ainsi, une perte d'eau, une baisse du taux de saccharose, hydrolyse sous forme de glucose et de levulose, et une augmentation des sucres réducteurs par conséquence.

### Caractéristiques organoleptiques

Cette transformation donne une substance sucrée, douce et parfumée qui achève sa transformation dans les alvéoles de cire. Le miel devient alors un liquide **sirupeux** et fermentescible dont la couleur varie du jaune clair translucide au brun foncé. Cette substance, operculée dans les alvéoles de cire peut-être conservée pendant plusieurs années.

.../

### Les différents types de miel

Le miel porte le parfum de l'espèce florale butinée par l'abeille. On peut faire une identification plus précise de l'origine florale d'un miel à l'aide d'un microscope électronique. L'examen de la morphologie des grains de pollen permet d'identifier l'espèce florale butinée. Nous avons fait une détermination approximative du miel qui tient compte des végétaux environnant la ruche. Chaque fleur donne donc un cachet particulier au miel qu'elle engendre. Il existe des espèces végétales qui donnent du bon miel, d'autres donnent un miel déprécié.

Notons aussi l'existence de miels toxiques élaborés à partir de plantes vénéneuses. Ces miels ont été signalés en France. Au Sénégal des cas d'intoxication au miel ne sont pas encore signalés.

Le miel d'agrumes est blanchâtre, c'est un miel de haute qualité. Le miel d'acacia est d'une couleur jaune ambre. Il est très apprécié et cristallise facilement. Le miel de fromager est d'un brun-clair et de bonne qualité. Il fait l'objet d'une production à l'état pur par la SERAS. Le caïcédrat et le palmier donnent un miel au goût acidulé et peu apprécié. Le miel d'eucalyptus est jaune ambré, il cristallise facilement et est de bonne qualité. Le miel de palétuvier est commercialisé par la SERAS, Nos analyses ont porté sur des échantillons de miel de fromager, de palétuvier, de santal et d'eucalyptus. Nous avons testé des miel de mélange provenant des apiculteurs traditionnels et de la maison GELOT.

.../

### La récolte du miel

Les ruches à cadre fixe sont détruites lors de la récolte. Si le cadre de la ruche est mobile on peut la récupérer après la récolte;

La récolte du miel proprement dite se fait en laissant couler le miel sur un récipient approprié, cette méthode donne un miel très fin. Il existe un système d'extracteur beaucoup plus perfectionné qui, par centrifugation extrait la totalité du miel des gâteaux de cire.

Nos apiculteurs traditionnels extraient le miel en exerçant une pression sur le gâteau de cire plein de miel pour en récupérer tout le miel. On a ainsi une grande quantité, mais le procédé a l'inconvénient de produire du miel souillé et contenant des débris d'abeilles et de couvain, rendant sa conservation plus difficile.

Il est recommandé d'effectuer l'extraction dans un endroit aéré pour permettre l'évaporation d'éventuels composés toxiques dans les miels.

### La maturation

La maturation du miel se réalise dans des fûts disposés verticalement ou maturateurs. Ce procédé a pour but d'effectuer la décantation après l'extraction, en vue de séparer les impuretés.

Ainsi traité le miel devient apte à la consommation et, outre ses propriétés nutritives, il est un véritable médicament.

### Le pollen et la gelée royale

Ces produits ne font pas l'objet d'une vulgarisation au Sénégal.

Le pollen fait partie du butin, c'est le pain des abeilles.

La gelée royale est le produit de la sécrétion des glandes pharyngiennes. C'est la nourriture de la reine et des jeunes larves. On reconnaît à ce produit une haute valeur biologique avec un taux moyen de matières protéiques de 36,7 p 100. La teneur moyenne en matières grasses étant de 12,42 p 100 selon LECOQ.

Pollen et gelée royale ont des propriétés thérapeutiques confirmées qui justifient leur utilisation dans les méthodes apithérapiques de traitement des carences nutritionnelles d'origines diverses.

### L a c i r e

C'est le ciment des abeilles. Elle est sécrétée par les glandes cirières des ouvrières. La cire est un liquide complexe. MATHIS nous indique les composants principaux qui sont :

- la cérine
- la myricine
- la céroléine
- et un hydrocarbure saturé entraîné par la myricine.

.../

Les abeilles en font de fines lamelles, paroi des cellules hexagonales dont l'ensemble constitue le "gâteau" de cire.

L'extraction de la cire s'opère par fusion des rayons à une température de 65 à 80° c. Ce produit est à usage multiple. Au sein de la ruche son pouvoir isolant est une contribution à l'autorégulation thermique qu'assurent les ventileuses. La cire empêche ainsi une déperdition de chaleur pour le maintien de la ruche à une température optimale de 30°c.

En apiculture, la cire est récupérée pour la fabrication de cire gaufrée, fond d'impression des cadres mobiles des ruches pré-fabriquées artificiellement.

De plus, dans les pays développés la cire donne lieu à diverses applications comme en stearimerie dans la fabrication de bougies de luxe, en cosmétologie et en pharmacie pour la préparation de crèmes ou de pommades chimiques.

C'est donc un produit de grande valeur, la production n'a pas une grande envergure au Sénégal. La demande n'est pas satisfaite. Le besoin d'une exploitation rationnelle de l'apiculture pourra faire revaloriser ce produit.

### Le venin d'abeille

Le venin est sécrété par les glandes à venin des ouvrières. Il fait partie des moyens de défense dont disposent les abeilles pour protéger la cité.

.../

Son injection lors d'une piqûre prolonge la douleur et paralyse l'agresseur. On lui reconnaît des propriétés neurotoxiques. Il fait parti des produits utilisés en apithérapie, en traumatologie notamment.

### ASPECTS ECONOMIQUES

Dans notre pays la production de miel n'a pas encore dépassé le stade artisanal. Elle est essentiellement assurée par les apiculteurs traditionnels.

L'encadrement des apiculteurs est amorcé et on peut aujourd'hui compter quatre cent apiculteurs initiés. Malgré l'insuffisance des moyens pour mettre en oeuvre les techniques modernes la commercialisation et l'écoulement du miel connaissent un progrès certain grâce à la SERAS et aux établissements P. GELOT.

Il existe en outre une commercialisation peu développée dans les marchés urbains et ruraux. La production de miel et de cire pour le compte de la SERAS est chiffrée en 1980

- pour le miel à 8027 kg
  - pour la cire clarifiée à 229 kg
- soit au total une somme de 1.704.760 F. CFA.

Cette production peut-être améliorée. Il faut d'abord une organisation de la production alliée à une solution acceptable des problèmes financiers et techniques

Les efforts doivent être centrés sur une systématisation et une extension de l'encadrement pour une vulgarisation des techniques modernes d'apiculture.

...

L'apiculteur doit être associé à la commercialisation. La création de regroupements d'apiculteurs encadrés pourrait organiser la commercialisation. Nous souhaitons vivement que le financement des deux projets apicoles de la Casamance puisse être obtenu pour une promotion réelle de la production de miel ce remarquable aliment- médicament.

III<sup>e</sup> PARTIE

B I O C H I M I E   D E S   M I E L S

- METHODOLOGIE D'ANALYSE DES PRINCIPAUX CARACTERES CHIMIQUES.
- TECHNIQUES CHIMIQUES DE CONTROLES.
- RESULTATS ET DISCUSSIONS.

METHODOLOGIE D'ANALYSE

I- DETERMINATIONS PRELIMINAIRES

1)- E a u

Principe : Parmi les nombreuses méthodes proposées nous avons préféré la technique classique et fiable basée sur l'évaporation douce à température déterminée en vue de déterminer le pourcentage pondéral d'eau.

Mode opératoire : La technique opératoire classique utilise une capsule de silice préalablement séchée et tarée et qui reçoit une prise de 5 g de miel. La capsule est placée pendant 4 heures dans une étuve à air réglé à 103° c ( $\pm$  2°c). Après refroidissement en dessiccation pendant une heure à l'étuve suivie d'une nouvelle pesée. On continue ces opérations jusqu'à poids constant du résidu. Dans la pratique une durée de séjour à l'étuve de quinze à dix huit heures donne, sauf cas **exceptionnel**, toute satisfaction.

Rapporter le résultat à 100 g de miel.

2)- Les matières minérales (ou cendres)

Principe : Cette détermination consiste à évaluer la teneur en substances minérales (ou cendres) par calcination au four, après addition d'acide sulfurique. Ainsi dans l'analyse commerciale des denrées alimentaires les éléments minéraux se retrouvent sous forme de sulfates ou cendres sulfuriques.

.../

Appareillage :- Four à régulation thermique automatique et à circulation d'air.  
- Bain marie à 100°C  
- Bain de sable  
- Capsule en platine, en silice ou en porcelaine réfractaire.  
- Dessiccateur.

Réactif : Acide sulfurique N

Mode opératoire

Dans une capsule en porcelaine réfractaire à fond plat peser 5 g de miel. Ajouter goutte à goutte 10 ml d'acide sulfurique concentré de façon à imbiber totalement la prise d'essai. Placer la capsule dans un bain marie bouillant pendant deux heures. Porter ensuite au bain de sable jusqu'à ce que la masse commence à charbonner ; puis incinérer, avec les précautions d'usage, jusqu'à obtention de cendres blanches ou grisâtres.

Rapporter la prise à 100 g de miel. Les cendres "normales" s'obtiennent en multipliant la teneur en cendres sulfuriques par le coefficient empirique : 0,9.

3) -Indice acide

Principe : Il s'agit d'un indicateur d'acidité totale qui représente le nombre de milligrammes d'hydroxyde de potassium nécessaires pour neutraliser les acides libres apportés par 1 g de miel.

.../

### Le mode opératoire

Il se ramène donc à un dosage classique d'acidité de la dilution de 1 g de miel dans 100 ml d'eau distillée, par la potasse 0,1 N.

### Résultats

Nos résultats traduisent une acidité faible inférieure à celle des jus de fruits ou jus sucrés servant de boisson.

#### 4)- La densité

Elle s'exprime au moyen d'un picnyomètre. C'est le rapport entre le poids d'un volume de miel et le poids du même volume en eau. Remarque importante : La valeur de cette constante est liée à la richesse en sucre qui peut donner lieu à une cristallisation partielle en fonction de la température et des conditions de conservation.

Il importe de toujours opérer sur un échantillon homogénéisé filtré à une température de 25°C.

#### 5)- le pouvoir rotatoire spécifique

Il s'agit également d'un indicateur commercial exclusivement lié au taux et à la nature des sucres en présence : glucose, levulose, maltose éventuellement et d'autres sucres qui sont signalés comme provenant d'espèces végétales définies.

.../

Comme tout sucre, ces oses contenus dans le miel sont actifs à la lumière polarisée, le miel possède donc, en solution défécquée, un pouvoir rotatoire spécifique mesurable à une température constante et à une longueur déterminée.

L'on peut opérer à une température de 20°C. Les conditions opératoires ne nous ont pas permises de réaliser cette mesure.

## II- ETUDE DES SUCRES

Les méthodes de dosage que nous avons utilisées sont basées sur les propriétés réductrices des sucres, Ce sont des méthodes qui tout en étant générales permettent le fractionnement des différents sucres. Nous effectuons :

- le dosage des sucres réducteurs préexistants
- le dosage des sucres hydrolysables.
- le dosage sélectif des aldoses et des cétooses, le glucose et le fructose en particulier.

### 1- Dosage des sucres réducteurs préexistants

Différentes méthodes ont été testées

- la technique de CAUSSE BONANS
- la méthode de BERTRAND
- la méthode de DUMAZERT
- la méthode de Folin-Wu
- la méthode de BAUDOUIN LEWIN.

.../

a)- la technique de CAUSSE-BONANS (ou méthode de FEHLING).

Le principe :

Les sucres réducteurs réduisent quantitativement à l'ébullition le sulfate de cuivre en milieu tartro-alcalin avec formation d'oxyde cuivreux  $O\ Cu_2$  rouge insoluble.

En présence de ferrocyanure de potassium l'oxyde cuivreux se solubilise et la fin de la réduction est indiquée par un virage brusque du jaune au brun noirâtre.

La technique

Les réactifs

- 1- Réactif cuivrique (A) ou Fehling A : C'est une solution de sulfate de cuivre.
- 2- Réactif tartro-alcalin (B) : C'est une solution de tartrate double de sodium et de potassium en milieu alcalin.
- 3- Solution de ferrocyanure de potassium 5 p 100. Remarque : le réactif est préalablement étalonné à l'aide d'une solution à 5 g par litre de glucose. Le titre t du réactif correspond à l'équivalent en glucose.

Le dosage

Il comporte :

a)- l'introduction dans un erlenmeyer

.de réactif cuivrique	10 ml
.de réactif tartro-alcalin	10 ml
.de solution de ferrocyanure de potassium	5 ml

.../

b) - la réduction

Elle se fait en portant à l'ébullition et en ajoutant progressivement à l'aide d'une burette le miel diluée et déféquée. Soit n le nombre de millilitre de miel nécessaire pour le virage.

c) - le calcul

La concentration s'obtient en partant du titre t mg des 15 ml de réactif

$$\frac{t \times 100}{n \times 1000} = x \text{ g de glucose pour cent millilitre de solution de miel.}$$

Ce résultat est à rapporter au taux de dilution.  
Remarque : Cette méthode est remarquable par sa simplicité et sa reproductibilité. Elle convient parfaitement à la détermination de grandes quantités de sucre comme c'est le cas du miel. Elle se prête en particulier au travail en série en laboratoire de contrôle.

b) - La méthode de BERTRAND

Le principe

Cette méthode est basée :

- sur la réduction d'une solution cuivrique en milieu alcalin en présence de tartrate double de sodium et de potassium.
- sur la réduction partielle en milieu sulfurique d'une solution de sulfate ferrique en excès, par l'oxyde cuivreux formé lors de la première réaction.
- sur le dosage manganométrique du sulfate ferreux provenant de la réduction précédente

.../

### Les réactifs

- Solution cuivrique (A)
  - .sulfate de cuivre cristallisé 40 g
  - .Acide sulfurique concentré 5 ml
  - .E a u q. s. p. 1000 ml
  
- Solution tartro-alkaline (B)
  - .tartrate de sodium et de potas-  
sium 200 g
  - .lessive de soude à 40 p 100 375 ml
  - .eau distillée q. s. p. 1000 ml
  
- Solution sulfurique de sulfate  
ferrique (c).
  
- Solution 0,1 N de permanganate de  
potassium (D).

### La technique

Elle s'effectue en trois temps.

Premier temps : réduction du sulfate cuivrique sous forme d'oxyde cuivreux. Elle comporte :

- a)- la réduction du réactif cuivrique qui est réalisée dans un erlenmeyer de 200 ml qui reçoit successivement

- .le réactif cuivrique..... 20 ml
- . le réactif tartro-alkalin ..... 20 ml
- .la solution de miel à 1 p 1000...20 ml

La réduction est effectuée en trois minutes d'ébullition.

.../

- b)- la séparation de l'oxyde cuivreux :
- l'excès de réactif cuivrique est séparé par décantation sur un filtre d'Allin Placé sur une fiole de KITASATO, raccordée à une pompe à vide qui permet d'accélérer la filtration sans éliminer totalement le liquide surnageant. En effet en aucun moment le précipité cuivreux ne doit être en contact avec l'air. C'est pourquoi lors de la décantation et du lavage il doit toujours rester un peu de liquide au dessus du précipité cuivreux. Ainsi s'explique la double nécessité d'opérer vite et de bien régler le débit de filtration qui doit être modéré.

Deuxième temps : La réduction du sulfate ferrique par le précipité cuivreux. Elle comporte :

- a)- l'addition d'un excès de solution de sulfate ferrique (10 à 20 ml) sur le précipité d'oxyde cuivreux qui se dissout aussitôt après une légère agitation.
- b)- le passage du milieu réactionnel liquide précédent sur le filtre d'Allin placé sur une nouvelle fiole propre de KITASATO raccordée à la trompe à vide.
- c)- la récupération des traces du liquide résiduel par un rinçage méthodique de l'erienmeyer et du filtre avec de l'eau distillée privée d'oxygène. Le liquide

de rinçage rejoint la solution de sel ferrique en excès déjà dans la fiole de KITASATO. C'est l'ensemble de cette solution renfermant le sulfate de fer ferreux en présence d'un excès de sulfate ferrique qui va être soumis au titrage.

Troisième temps : Le titrage du sulfate ferreux. Il s'effectue par addition de solution décimale de permanganate de potassium jusqu'à coloration violacée légère persistante.

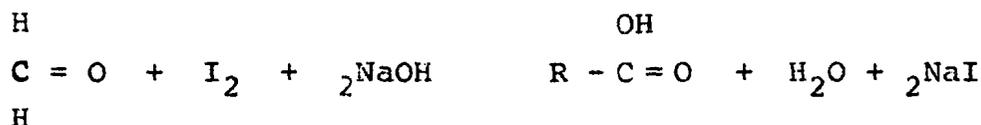
Si a est le nombre de ml de permanganate versé la table de BERTRAND établit expérimentalement la quantité de glucose ou de sucre interverti de la prise en milligrammes.

Remarque : Les causes d'erreurs liées à la minutie des manipulations rendent cette méthode difficile à réaliser. Les opérations de filtration sont multiples et la nécessité de maintenir la stabilité de l'oxyde cuivreux par protection contre l'oxygène de l'air donne des résultats difficilement reproductibles.

c)- La méthode de DUMAZERT

C'est une microméthode spécifique de dosage des aldoses comme le glucose en présence de cétooses comme le levulose.

Le principe est basé sur l'oxydation de l'aldose par un excès connu d'iode en milieu alcalin



.../

Le dosage de l'excès d'iode par une solution titrée de thiosulfate de sodium donne le bilan de deux équivalents d'iode pour une mole d'aldose.

Les réactifs :

Comportent :

- une solution de phosphate dissodique  $\frac{M}{10}$
- une solution d'iode  $\frac{N}{20}$
- une solution d'acide sulfurique N.
- une solution de borate de sodium 4 p 100
- une solution de thiosulfate de sodium 0,005N

Le mode opératoire

Premier temps : Oxydation de l'aldose.

- Dans un erlenmeyer numéro 1 bouchant à l'émeri l'on place successivement :

- la solution de phosphate dissodique 5 ml
- la solution de miel 1 p 1000 ml
- la solution d'iode 0,1 N 1 ml

- Dans un deuxième erlenmeyer effectuer dans les mêmes conditions un témoin à blanc en remplaçant la solution de miel par le même volume d'eau bidistillée. Les deux erlens sont ensuite bouchés et laissés au repos 45 minutes à une température de 20 à 25°C.

Deuxième temps : Titrage de l'excès d'iode

Après acidification par l'acide sulfurique normal l'on ajoute 8 ml de borate de sodium, puis l'on titre par le thiosulfate de sodium 0,01 N au moyen d'une microburette de précision au vingtième ou au cinquantième.

.../

Pour le calcul l'on part des données suivantes :

N = le nombre de ml de thiosulfate de sodium versé dans le titrage témoin.

n = le nombre de ml de thiosulfate de sodium versé pour le dosage.

M = le poids moléculaire de l'aldose.

X = la quantité d'aldose dans la prise est alors donnée en mg par la relation.

$$x \text{ mg} = (N - n) \cdot \frac{1}{100} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{M}{1000}$$

d)- Méthode de FOLIN-WU

Le principe

Le miel après défécation. Un réactif cupro-alcalin est réduit par le glucose contenu dans le filtrat et la quantité d'oxyde cuivreux qui prend naissance lors de cette réduction est déterminée par addition d'un réactif par l'oxyde cuivreux provoque l'apparition d'une coloration bleue.

L'intensité de la teinte obtenue est proportionnelle à la quantité de  $\text{Cu}_2\text{O}$  formée donc à la quantité de glucose présente dans la prise d'essai.

Les réactifs :

- 1- ferrocyanure de potassium à 10 p 100
- 2- acétate de zinc 20 p 100.
- 3- solution de tungstate de sodium à 10 p 100.

.../

- 4- Solution d'acide sulfurique environ  $\frac{2}{3}$  N
- 5- réactif cupro-alcalin : prépare extemporanément par mélange à parties égales de deux solutions A et B. Solution A : solution de sulfate cuivre cristallisée à 13 p 100.

Solution B : dans une fiole jaugée de 1 litre dissoudre en agitant : 50 g de bicarbonate de sodium dans le minimum d'eau nécessaire (environ 700 ml). Ajouter en agitant 40 g de carbonate de sodium anhydre, puis une solution de 36,8 g d'oxalate de potassium dans 120 ml d'eau distillée chaude. Introduire enfin une solution de 24 g de tartrate double de sodium et de potassium dissout dans le minimum d'eau nécessaire (environ 100ml). Ajouter encore les différents liquides de lavage des récipients utilisés et compléter à 1 litre avec de l'eau distillée.

- 6- Réactif phosphomolybdique.

Dans une fiole jaugée d'un litre, introduire 70 g d'acide molybdique, 10 g de tungstate de sodium et 400 ml de soude à 10 p 100. Ajouter environ 200 ml d'eau distillée, agiter puis faire bouillir cette solution pendant trente minutes. Après refroidissement, verser 250 ml d'acide phosphorique à 85 p 100 (densité= 1,75) et compléter à un litre au moyen d'eau distillée.

.../

7- solution étalon de glucose.

La solution mère de glucose pour anhydre à A p 1000 est de préparation récente. Elle peut être conservée quelques temps sous toluène au réfrigérateur. Cette solution permet de préparer une gamme étalon de glucose en diluant 1, 2, 3, 4 et 5 ml de solution mère dans 100 ml d'eau distillée. La conservation de ces étalons est limitée sous toluène au réfrigérateur. Ces étalons contiennent dans 10, 20, 30 $\mu$ g de glucose par ml.

Pour le mode opératoire nous effectuons d'abord une défécation spécifique puis le dosage proprement dit

a)- la défécation

La défécation du miel est effectuée à partir d'une prise de 1 g dans un ballon jaugé de 500 ml. Elle est réalisée selon la méthode de CARREZ :

- traitement au noir décolorant après adjonction de 20 à 30 ml d'eau distillée.
- action du ferrocyanure de potassium 10 p 1000.
- action d'acétate de zinc 30 p 100.
- filtration après addition d'eau en quantité suffisante pour 500 ml.

b)- le dosage

est réalisé dans un tube à centrifuger conique qui reçoit dans l'ordre :

1 - eau bidistillée 3,5 ml

.../

- 2- filtrat de défécation.....0,1 ml  
(utiliser une pipette de précision à écoulement total, effectuer plusieurs rinçages en ajoutant l'eau du rinçage à la prise).
- 3- réactif au tungstate de sodium..... 0,2 ml
- 4- acide sulfurique ..... 0,2 ml

Après agitation et repos l'on centrifuge pendant 10 minutes. L'on prépare dans les mêmes conditions un témoin ou blanc en remplaçant le filtrat par 0,1 ml d'eau distillée. Pratiquement ce témoin est préparé en même temps que les tubes de la gamme.

Dans une série de six tubes à essai, introduire respectivement 2 ml de chacune des quatre solutions étalon de glucose, 2 ml du liquide surnageant à doser et 2 ml du liquide témoin.

Ajouter dans chaque tube 2 ml de réactif cupro-alcalin. Agiter, boucher et porter au bain marie bouillant pendant 10 minutes. Après refroidissement sous courant d'eau l'on ajoute dans chaque tube 2 ml de réactif phosphomolybdique et de l'eau distillée en quantité suffisante pour avoir volume final de 10 ml.

L'intensité de la coloration bleue obtenue est mesurée au spectrophotomètre entre 650 et 680 millimicrons après réglage de l'appareil au zéro au moyen de la solution témoin.

.../

L'on trace la courbe d'étalonnage en portant en abscisse les quantités de glucose mises en oeuvre (de 20 à 100 µg) et en ordonné les absorptions correspondantes.

L'absorption lumineuse du liquide correspondant au filtrat à analyser se mesure dans les mêmes conditions que précédemment. La courbe d'étalonnage nous permet de déterminer la quantité de glucose se trouvant dans la prise d'essai. On rapporte le tout à 100 mg de miel. Nous louons la simplicité de cette méthode qui cependant a le gros inconvénient de donner une coloration qui ne suit pas la loi de BEER LAMBERT et qui évolue avec le temps par réoxydation à l'air.

#### Méthode de BAUDOUIN LEWIN

##### Le principe :

Les sucres réducteurs du miel sont traités à chaud par le mercuri-tétra-iodure de potassium qui est réduit à l'état de mercure métallique pulvérulent. Il est ensuite dosé par iodométrie : oxydation par un excès connu d'iode naissant qui sera enfin titré par une solution 0,01 N de thiosulfate de sodium.

##### Les réactifs :

- 1- solution de ferrocyanure de potassium 10 p 100.
- 2- solution d'acétate de zinc 30 p 100.
- 3- solution iodomercurielle dont la composition est la suivante :

.../

.iodure mercurique	3.60 g
.iodure de sodium desséché	12 g
.eau distillée	q s p 100 ml

Conserver cette solution à l'obscurité ou dans des flacons entourés de papier noir.

- 4- suspension aqueuse de sulfate de baryum 10 p 100.
- 5- iodate de potassium 0,05 N.
- 6- thiosulfate de sodium 0,01 N
- 7- solution de soude N.

### Le mode opératoire

#### a)- la défécation

Elle s'opère selon la technique de CARREZ avec le ferrocyanure de zinc tel que nous l'avons exposé ci-dessus dans la méthode de FOLIN et WU.

#### b)- la réduction

Elle s'effectue dans un erlenmeyer de 50 ml qui reçoit successivement

- 1 ml du filtrat
- 14 ml d'eau bidistillée
- 1 ml de réactif iodomercuriel (agitation)
- 1 ml de soude N (agitation).
- 1 ml de suspension de sulfate de baryum (agitation).

En plaçant ensuite l'erlenmeyer dans un bain marie bouillant, trois minutes exactement mesurées au chronomètre, l'on termine la réduction.

.../

Après refroidissement rapide sous un courant d'eau froide le mercure réduit pulvérulent se dépose au fond de l'erlenmeyer.

c)- le dosage

L'oxydation est réalisée en milieu acide en ajoutant dans l'erlenmeyer 2 ml d'iodate de potassium. En présence de l'iodure de sodium du réactif iodo-mercuriel une quantité d'iode correspondante à 10 ml de solution 0,01 N est libérée : c'est cet excès d'iode qui oxyde quantitativement le mercure.

Après agitation de deux à trois minutes, l'on effectue le titrage final au moyen de la solution de thiosulfate 0,01 N en **présence** d'emploi d'amidon ajouté seulement en fin de dosage.

Soit n ml de thiosulfate 0,01 N.

Le calcul

1 ml de solution d'iode 0,01 N correspond à 0,403 mg de sucre réducteur.

Quantité de glucose contenue dans la prise =  
(10 - n) 0,403.

Soit v la prise = 1 ml

Soit V le volume de dilution après défécation

V = 500 ml

Le taux de sucre réducteur pour 100 ml de miel

$$\frac{(10 - n) 0,403 \times V \times 100}{v \times 1000} = x \text{ p } 100$$

La méthode de BAUDOUIN LEWIN est très précise. Elle a été choisie pour les dosages en série.

.../

## 2- Dosage des sucres intervertis

### a)- L'inversion

Elle s'effectue par la technique d'hydrolyse ménagée de Clerget.

L'on mesure 50 ml d'une solution de miel a 1 p 1000 dans un erlenmeyer. Après avoir ajouté 5 ml d'acide chlorhydrique pur, l'erlen est porté au bain marie de manière à ce que la température (mesurée au thermomètre) atteigne 68 à 70° en 10 à 12 minutes. Sortir alors du bain marie et laisser refroidir ensuite jusqu'à 35°. Refroidir ensuite à la température ambiante sous un courant d'eau.

Après cette hydrolyse ménagée, le saccharose est en totalité transformé en sucre interverti.

### b)- le dosage des sucres totaux intervertis

Se fait par la méthode de BAUDOUIN LEWIN exposée ci-dessus.

## 3- Identification des sucres présents dans le miel par chromatographie sur couches minces

### a)- le principe

C'est la sépara ion des différents sucres par chromatographie monodimensionnelle. Nous avons utilisé la technique de STAHL.

.../

b)- le support

C'est-à-dire la phase stationnaire est constitué de kieselgur G en suspension dans une solution d'acétate de sodium 0,02 M.

c)- le solvant de migration

C'est-à-dire la phase mobile est un mélange d'acétate d'éthyle, d'isopropanol et d'eau distillée.

d)- le révélateur

Notre choix s'est porté sur un mélange à base

d'Anisaldehyde (Merck)	0,5 ml
d'Acide sulfurique	0,5 ml
et d'Alcool éthylique à 95°	9 ml

e)- les solutions étalons de sucres

le glucose	:	solution à 0,2 g / 50 ml
le fructose	:	" " "
le saccharose	:	" " "
le maltose	:	" " "
le mélézitose	:	" " "

f)- la préparation des plaques

Étalement des plaques : un mélange de 30 g de kieselgur (ou kieselgur G 60 Merck) et de 60 ml d'acétate de sodium 0,02 M est étalé sur des plaques de verre préalablement dégraissées et séchées. Notre appareil d'étalement nous a permis de réaliser une couche d'environ 1,5 millimètre d'épaisseur.

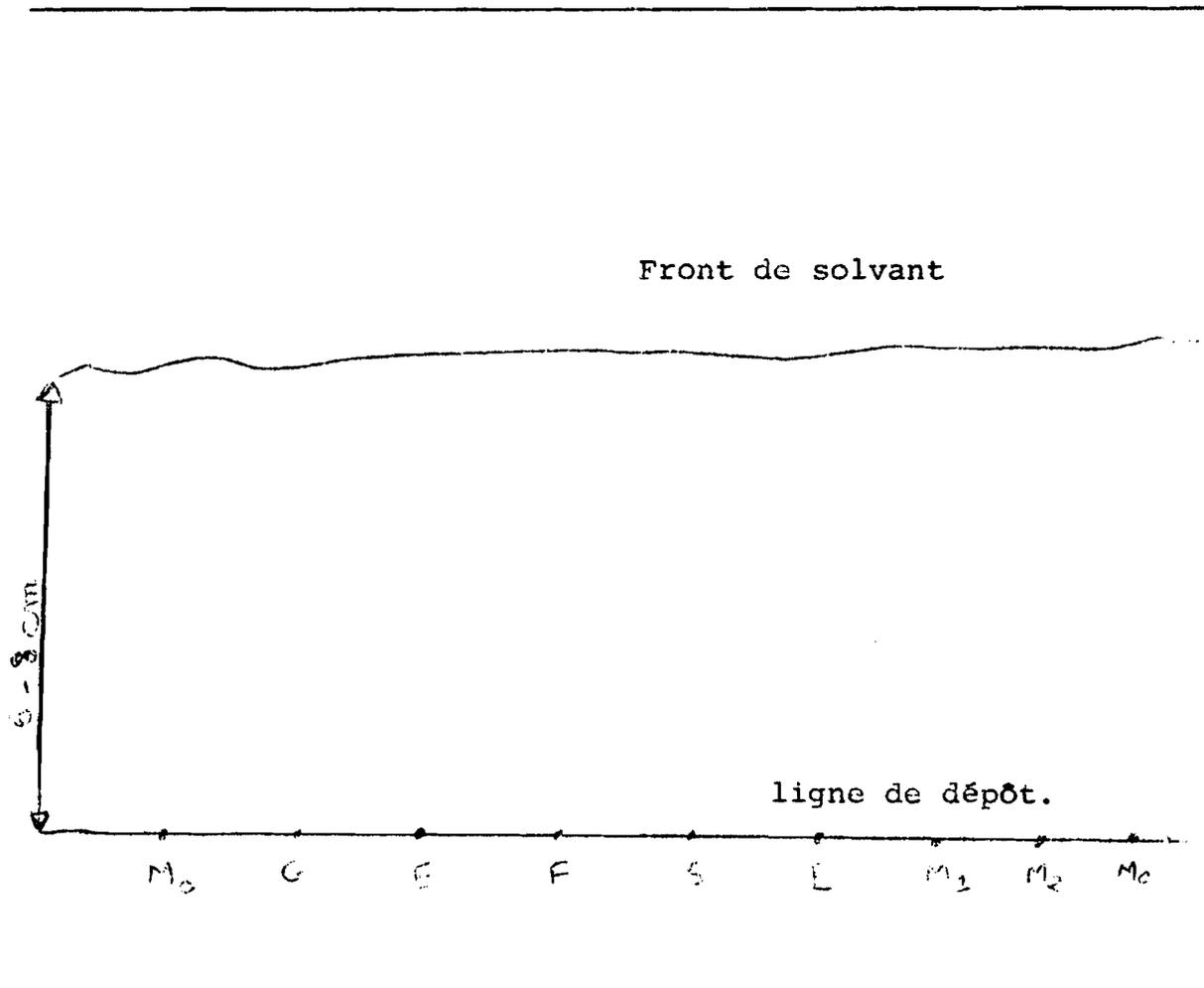
.../

Après dessiccation à l'étuve à 100°, les plaques ramenées à la température ambiante sont prêtes à recevoir la solution 1 p 100 de miel à étudier.

g) - Préparation du chromatogramme

Schéma du chromatogramme

bord supérieur de la plaque



Front de solvant

ligne de dépôt.

bord inférieur de la plaque.

.../

Légende : Mo : mélange de sucres étalon recherchés :  
glucose, fructose, saccharose, maltose  
et mélézitose à 0,2 g chacun pour 50 ml  
de mélange.

E : essai. C'est une solution de miel à  
1 p 100.

G : glucose 0,2 g p 50 ml.

F : solution de fructose à 0,2 g p 50 ml

S : solution de saccharose à 0,2 g p 50 ml

M<sub>1</sub> : solution de maltose à 0,2 g p 50 ml

M<sub>2</sub> : solution de mélézitose à 0,2 g p 50 ml.

#### h)- Migration des spots

Le dépôt de solutions étalons et de miel se fait  
selon le schéma ci-dessus à une quantité de 5 µl  
chaque solution.

La migration : elle se fait dans une cuve  
appropriée contenant le solvant de développement préala-  
blement préparé avec de l'acétate d'éthyle 65 ml  
de l'isopropanol 22,4 ml  
de l'eau distillée 11,2 ml.

La plaque est maintenue dans la cuve pendant  
17 à 25 minutes. à une température constante. On opère  
ainsi une migration des sucres à une distance de 6 à  
8 cm de la ligne de dépôt.

- La plaque est séchée à l'étuve à 100°C pendant  
5 minutes.

.../

Révélation : elle sélectionne les substances déplacées par le solvant à des vitesses variables. La révélation est effectuée par pulvérisation du réactif révélateur puis dessiccation à l'étuve à 100° pendant 5 à 7 minutes.

Les substances apparaissent alors sous forme de points, de tâches ou de spots. Le rapport entre la distance du point de dépôt au spot d'une part et la distance parcourue par le solvant d'autre part, est caractéristique de la substance et se désigne par le symbole Rf.

1)- Interprétation

La présence de sucres ayant migré se traduit par des spots de couleur variable avec les Rf suivants :

le saccharose : spot de couleur violette Rf= 0,08  
le glucose : : spot de couleur bleu-claire"= 0,17  
le fructose : spot de couleur violette Rf= 0,25  
le mélézitose : spot de couleur violette  
ne migre pas dans nos  
conditions opératoires.  
le maltose : spot de couleur bleu-claire"= 0,10

4- Evaluation de la quantité de glucose et de fructose par chromatographie sur couches minces.

Il s'agit d'une détermination approximative du taux de glucose dans le miel.

.../

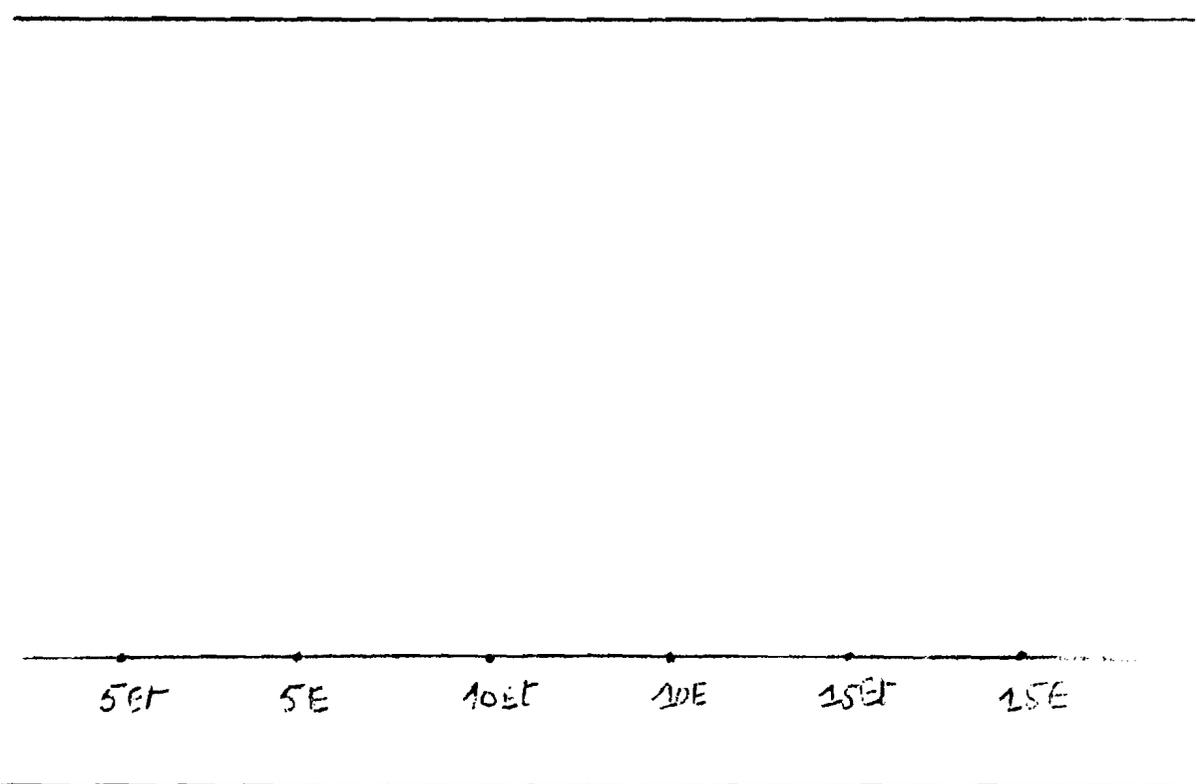
L'on utilise la même technique de CSM déjà exposée mais comme révélateur on emploie un réactif extemporané constitué par :

- une solution aqueuse d'acide oxalique  
25 p 100..... 50 ml
- une solution éthanolique d'anilline  
2 p 100..... 40 ml

Ce révélateur permet de détecter seulement le glucose.

Schéma du chromatogramme

bord supérieur



bord inférieur.

Légende : 5 ET = 5  $\mu$ l de la solution étalon de glucose à  
0,4 p 100  
5 E = 5  $\mu$ l de la solution de miel à 1 g p 100

Le glucose est sélectivement révélé sous forme de spot bleu. Dans les conditions opératoires de dilution il existe une proportionnalité entre la quantité de sucre contenue dans le dépôt et la surface du spot.

Expérimentalement on détermine une constante de proportionnalité  $c$  à l'aide des données suivantes :

$ST_1$  : surface du spot du dépôt  $5 \mu l$  d'étalon glucose.

$S_1$  : surface du spot du dépôt  $5 \mu l$  de la solution de miel à doser.

$ST_2$  : surface du spot du dépôt  $10 \mu l$  d'étalon glucose.

$S_2$  : surface du spot du dépôt  $10 \mu l$  de la solution de miel à doser.

$ST_3$  : surface du spot du dépôt  $15 \mu l$  d'étalon glucose.

$S_3$  : surface du spot du dépôt  $15 \mu l$  de la solution de miel à doser.

$$c = \frac{1}{-3} + \frac{S_1}{ST_1} + \frac{S_3}{ST_3}$$

Calcul : l'étalon contient  $4 \mu g$  de glucose par  $\mu l$   
le taux de glucose dans le miel à doser est de

$$c \times 40 = X \text{ p } 100$$

.../

### Dosage chromatographique du fructose

Le chromatogramme est du même type que celui établi pour doser le glucose. On utilise les mêmes plaques et un solvant identique.

Le révélateur spécifique au fructose est celui à l'urée chlorhydrique

urée	5 g
HCl pur	4 ml
alcool 80°	q s p 100 ml.

Le principe du calcul du taux de fructose est le même que celui du glucose.

### Remarques générales sur le dosage des sucres

L'analyse quantitative et qualitative des sucres dans le miel est très riche. Elle combine les différentes déterminations titrimétriques :

- dosage des sucres directement réducteurs.
- dosage des sucres après hydrolyse.
- dosage du fructose par une méthode sélective comme celle de DUMAZERT. et les méthodes polarimétriques.

Le saccharose normalement absent (ou présent à de très faible taux) dans le miel peut-être introduit par fraude ou à la suite de butinage des abeilles sur la mélasse au niveau de raffineries proches de la ruche, ou bien par suite de présentation de sirop de sucre aux abeilles. Sa présence se traduit par l'apparition d'une nouvelle quantité de sucre après hydrolyse.

.../

Dans nos déterminations nous avons été limitée par des conditions matérielles. Ce qui ne nous a pas permis de compléter notre analyse saccharimétrique par le dosage du maltose et des faibles quantités de mélézitose contenues dans les miels de miellats.

### III- PROTIDES ET LIPIDES TOTAUX

#### 1- Introduction

Le miel est formé d'une masse énorme des sucres avec de très petites quantités de lipides et protides. L'extraction des lipides par épuisement au soxhlet exige des quantités importantes de miel et le dosage de l'azote total tout en restant très précis par microkjeldal ne peut être significatif dans le cadre de nos préoccupations.

C'est pourquoi nous avons opté pour une séparation des lipides et des protéines au moyen d'un solvant organique.

#### 2- Technique de DELSAL

##### Le principe

Le miel est traité par un mélange méthylal-méthanol qui précipite les protides et dissout les lipides. La solution lipidique purifiée est évaporée et pesée.

##### Les réactifs

Solvant méthylal-méthanol :

- . Méthylal (aldehyde méthylique) 4 volumes.
- . Méthanol (alcool méthylique) 1 volume.

.../

Mode opératoire

On effectue le dosage sur 5 ml d'une solution de miel à 5 p 100.

On introduit dans un tube à centrifuger, taré 20 ml du mélange méthylal pur méthanol, dans lequel on fait tomber goutte à goutte les 5 ml de la solution de miel à 5 p 100. Après 5 minutes de repos centrifuger pendant 10 minutes à 3000 t/mn, décanter le liquide trouble surnageant dans un cristalliseur laver trois fois le précipité avec chaque fois 5 ml du mélange méthylal-méthanol en prenant la précaution de remettre le culot en suspension.

Centrifuger et réunir les liquides de lavage au contenu du cristalliseur. Evaporer à la température de + 30 à + 40°. L'extrait brut obtenu est ensuite épuisé par 15 ml de méthylal pur au bain marie. Opérer par fractions de 2 à 3 ml en divisant la masse avec un agitateur. Filtrer successivement chaque fraction sur un filtre sans pli. Recueillir le filtrat dans un cristalliseur taré. Le filtre sera lavé en fin d'opération avec 3 ou 4 ml de méthylal. Evaporer et sécher 30 mn à l'étuve à une température de + 40 à + 50°. Si L est le chiffre obtenu la quantité de lipides totaux exprimée en grammes par litre est :

$$200 \times L.$$

D'autre part, le tube à centrifuger contenant les protides totaux précipités est abandonné une nuit dans un exsiccateur puis pesé. Si P est le poids obtenu la quantité de protides totaux exprimée en grammes par litre est :

$$200 \times P.$$

Ramener à 100 le produit initial en multipliant par deux le résultat précédent qui correspond à 50 g de miel.

.../

C O N T R O L E    C H I M I Q U E

D E S    M I E L S

## LES TECHNIQUES DE CONTROLE DES MIELS

Le contrôle chimique des miels porte sur les déterminations suivantes :

- . Teneur en eau et en matières insolubles.
- . Le taux de sucres totaux.
- . L'indice acide
- . La teneur en hydroxyméthyl furfural et l'activité de l'amylase.

Les teneurs en eau, en matières insolubles en sucres totaux et l'indice seront testés selon les méthodes indiquées dans les méthodes d'analyse des principaux caractères chimiques.

### LA TENEUR EN HYDROXYMETHYL FURFURAL (HMF)

L'hydroxyméthylfurfural est un produit de la transformation du glucose par déshydratation généralement à chaud et en milieu sulfurique. Sa présence dans le miel en atteste le chauffage.

#### Le principe

C'est la mesure, à une longueur d'onde précise, de la coloration rouge due à l'action de l'hydroxyméthyl-furfural sur l'acide barbiturique et la paratoluidine.

#### Les réactifs

- Solution d'acide barbiturique à 0,5 p 100
- Réactif à la para-toluidine : solution de paratoluidine à 10 p 100 dans l'isopropanol.

#### Le mode opératoire

Dans un tube à essai l'on place

- |                                 |       |
|---------------------------------|-------|
| - miel dilué au 1/5 (PV)        | 2 ml  |
| - réactif à la p. toluidine     | 5 ml  |
| - solution d'acide barbiturique | 1 ml. |

Dans un deuxième tube l'on effectue les mêmes mesures mais en remplaçant la solution de miel par 1 ml d'eau distillée. C'est la solution destinée à faire le zéro optique du spectrophotomètre.

Observer le premier tube au spectrophotomètre. Noter la D 0 maximale qui s'obtient généralement entre deux et quatre minutes.

### Expression des résultats

Dans les conditions du mode opératoire pour la longueur d'onde et l'épaisseur de la cuve choisie, la teneur en HMF exprimée en milligrammes par kg de miel est donnée par la formule.

$$\frac{192 \times \text{extinction } (D^0)}{\text{épaisseur de la cuve (en cm)}} = x \text{ mg/kg}$$

## L'ACTIVITE DE L'AMYLASE

### Le principe

L'activité de l'amylase est le nombre de milligrammes d'une solution aqueuse à 1 p 100 (masse : volume) d'amidon standard hydrolysé en une heure par un gramme de miel. La détermination de l'activité de l'amylase est basée sur le mélange d'une solution de miel à pH déterminé à une solution d'amidon. Pour suivre l'hydrolyse on prélève de petites quantités de mélange qu'on verse dans une solution d'iode. On note le temps mis pour atteindre un point final défini expérimentalement à 600 nm.

### Les réactifs

- Solution mère d'iode : dans une fiole jaugée de 100 ml, dissoudre 8,8 grammes d'iode dans 50 ml d'eau distillée ou de pureté équivalente, contenant 22 grammes d'iodure de potassium. Après dissolution, ajuster à 100 ml avec de l'eau distillée. Conserver à l'abri de la lumière.

- Solution d'iode 0,0007 N. dans une fiole jaugée de 500 ml introduire 20 grammes d'iodure de potassium et quelques dizaines de ml d'eau distillée, agiter jusqu'à dissolution complète. Ajouter exactement 5 ml de solution mère d'iode et compléter au trait de jauge. Cette solution doit être renouvelée fréquemment.

- Solution tampon à pH 5,3 : préparer une solution de phosphate dissodique (0,2 M) et une solution 0,1 N d'acide acétique. La solution tampon se réalise en mélangeant 11 ml de la première à 9 ml de la seconde. On vérifie le pH qui est réajusté si nécessaire à la valeur exacte de 5,3. Cette solution doit être renouvelée fréquemment.

- Solution de chlorure de sodium à 0,5.

- Solution d'amidon à 2 p 100. D'une part peser 2 grammes d'amidon (préparé par avance voir note jointe) dans une coupelle et les mettre en suspension dans 20 ml d'eau distillée, ou de pureté équivalente.

D'autre part porter et maintenir à l'ébullition pendant une minute 60 ml d'eau distillée ou de pureté équivalente. Retirer la source de chaleur et verser lentement dans l'eau bouillante la suspension d'amidon en agitant constamment ; rincer la coupelle. Laisser refroidir et porter le volume à 100 ml avec de l'eau distillée ou de pureté équivalente. (bien suivre ce mode de préparation afin d'éviter de trop grandes variations de témoins, eau distillée ou de pureté équivalente.

a)- Témoin sans amylase

Dans un vase cylindrique verser 5 ml de solution d'amidon et 10 ml d'eau distillée, mélanger. Prélever 0,5 ml de cette dilution et les verser dans une éprouvette 25 ml contenant déjà 5 ml de solution d'iode. Mélanger et compléter à 18 ml avec de l'eau distillée. Faire la lecture au spectrophotomètre à 600 nm.

L'absorbance doit être de 0,760 ( 0,02). Si le nombre trouvé est différent, refaire le témoin en augmentant ou en diminuant le volume final du mélange, en fonction de l'absorbance. Le témoin doit être vérifié chaque fois que l'on change de solution d'iode ou de solution d'amidon.

b)- D o s a g e

Dans un vase cylindrique de 50 ml peser à 0,01 gramme près 5 grammes de miel. Les dissoudre avec 15 ml d'eau distillée. Ajouter 3 ml de solution tampon.

Verser le contenu du vase cylindrique dans une fiole jaugée de 25 ml contenant 1,5 ml de la solution de chlorure de sodium. Compléter jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée et mélanger.

Dans un premier tube à essai verser 5 ml de solution d'amidon et dans un deuxième tube à essai 10 ml de solution de miel. Plonger pendant quinze minutes les deux tubes dans un bassin d'eau thermostaté à 40°C. Verser ensuite la solution de miel dans celle d'amidon et mélanger énergiquement. Le mélange est maintenu à 40°C. Après cinq minutes mesurées au chronomètre, prélever 0,5 ml, les verser dans une éprouvette graduée de 25 ml contenant 3 ml de solution d'iode. Les cinq minutes doivent être juste écoulées quand le mélange entre en contact avec l'iode. Ramener la dilution aux environs de 18 ml conformément à l'essai témoin. Mélanger et faire une lecture au spectrophotomètre. On admet arbitrairement que l'amidon est entièrement dégradé quand atteint l'absorbance de 0,235 à la longueur d'onde de 660 nm.

Le tableau suivant permet de prévoir approximativement le temps nécessaire pour atteindre le point final, en fonction de l'absorbance mesurée sur la prise d'essai cinq minutes après le mélange de la solution de miel avec dilution d'amidon.

Absorbance (D°) après cinq minutes d'hydrolyse.	Temps approximatif (en minutes) requis pour atteindre le point final de la réaction.
0,7	30 ou plus
0,65	25 - 30
0,60	16 - 20
0,55	13 - 15
0,50	11 - 12
0,45	9 - 10
0,40	8 - 9

Quelques minutes avant d'atteindre le temps final probable, il convient d'effectuer sur le mélange miel-amidon des prélèvements aussi rapprochés que possible de manière à encadrer l'absorbance 0,235 par deux valeurs correspondant à des prélèvements entre lesquels il se soit écoulé moins d'une minute. On calcule alors simplement par interpolation le temps T qui aurait été nécessaire pour atteindre exactement l'absorbance 0,235.

#### Expression des résultats

T étant le temps en minutes nécessaire pour atteindre l'absorbance 0,235 l'activité de l'amylase se calcule ainsi

$$\text{Activité de l'amylase} = \frac{300 \text{ ml}}{T}$$

#### Préparation de l'amidon pour la détermination de l'amylase dans les miels

##### 1 - O b j e t

En raison des variations importantes obtenues dans la coloration des mélanges iode amidon, selon la provenance de l'amidon utilisé, il est apparu indispensable de standardiser le mode de préparation de ce réactif.

- 2.1 Fécule de pomme de terre du commerce.
- 2.2 Ethanol à 95 p 100
- 2.3 Solution aqueuse d'acide chlorhydrique 2 N
- 2.4. Eau distillée ou de pureté équivalente.

3- Mode opératoire

Dans un ballon de 500 ml faire bouillir au bain d'eau pendant une heure à reflux 20 grammes de fécule de pomme de terre mélangés à 100 ml d'éthanol à 95 p 100 et à 7 ml d'HCl 2N. Refroidir et filtrer sur un Büchner muni d'un papier filtre en s'aidant d'une légère dépression, rincer l'amidon sur le filtre à l'eau distillée froide 5 reprises et avec chaque fois 50 ml d'eau distillée. Sécher l'amidon réparti en couche mince à l'étuve à 100 ± 2°c pendant une heure.

---

RESULTATS DE L'ANALYSE CHIMIQUE

RESULTATS DE L'ANALYSE CHIMIQUES ET DISCUSSIONS

I- DETERMINATIONS PRELIMINAIRES

1- L'humidité

Le nombre d'échantillons analysés est de 20 miels. Elle accuse une moyenne de 18. 86 p 100  $\pm$  1,61. Elle répond aux exigences de normes internationales situées entre 18 et 20 p 100 avec des limites de 1.45 à 23.5 p 100.

2- Les cendres

La teneur en cendre du miel est faible. L'analyse de 20 miels différents nous donne une moyenne de 0,526 p 100  $\pm$  0. 135. C'est là un constituant peu important.

3- La densité

C'est un paramètre qui subit de faible variation en général dans les miels aptes à la consommation. Les 20 types de miel analysé donnent une densité moyenne de 1,42  $\pm$  0,1.

4- L'indice acide

Elle est de 3.403  $\pm$  0,163 en moyenne. Cet indicateur révèle principalement la présence d'acide formique qui est un puissant conservateur du miel.

5- Le pouvoir rotatoire spécifique

Comme nous l'avons indiqué, les conditions opératoires ne nous permettent pas d'obtenir des résultats chiffrés concernant le pouvoir rotatoire spécifique. J. BRU indique un PRS de 22° pour les miels français.

.../

## II- PROTIDES ET LIPIDES TOTAUX

### 1- Les protides totaux

Dans le miel, les protides sont caractérisés par la faiblesse de leur taux. Les valeurs moyennes sont situées à 0,66 p 100  $\pm$  0,38.

### 2- Les lipides totaux

Leur quantité dans le miel est aussi faible que les matières azotées. L'analyse de 20 types de miel nous donne des résultats faibles et assez variables en général, allant de 0,1 à 4,5 p 100 avec une moyenne de 1,71 p 100. Lipides et protéines sont des données peu caractéristiques au miel. C'est surtout l'analyse quantitative et qualitative des sucres qui est importante.

## III- LES SUCRES

### 1- Les sucres réducteurs préexistants

Ils accusent une moyenne de 66.9 p 100  $\pm$  8.503.  
Ils sont en majorité composés de glucose.

### 2- Les sucres totaux après hydrolyse

Représentent une masse importante de 77,7 p 100  $\pm$  4.954 en moyenne.

Les résultats globaux que nous donnent l'étude de 20 miels sont en conformité avec les normes du codex qui ne déclare anormal que les miels dont la quantité de sucre totale est inférieur à 65 p 100.

.../

### 3- Analyse qualitative des sucres

L'analyse chromatographique nous révèle la présence de cinq principaux sucres :

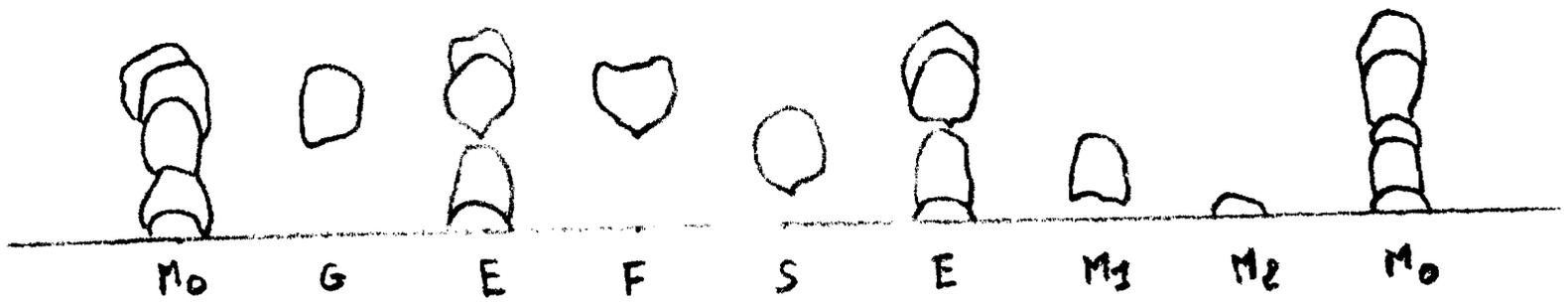
- le glucose
- le fructose
- le saccharose
- le maltose
- le mélézitose.

Ce dernier sucre se trouve en petite quantité chez les miels de miellat.

Quelques chromatogrammes illustrant la migration des sucres.

CHROMATOGRAPHIE QUALITATIVE D'UN MIEL DE MELANGE TOUT VENANT  
ORIGINE KEUR MOMAR SARR

front de solvant



Solvant:	Acetate d'ethyle	65 ml
	Isopropanol	23,4 ml
	eau distillee	11,2 ml

Temp de migration = 20 minutes

CHROMATOGRAPHIE

ANALYTIQUE : Echantillon de miel de maçon  
des ETABLISSEMENTS P. GELOT

Prépart de solvant



Solvant

acétate d'éthyle

65ml

Isopropanol

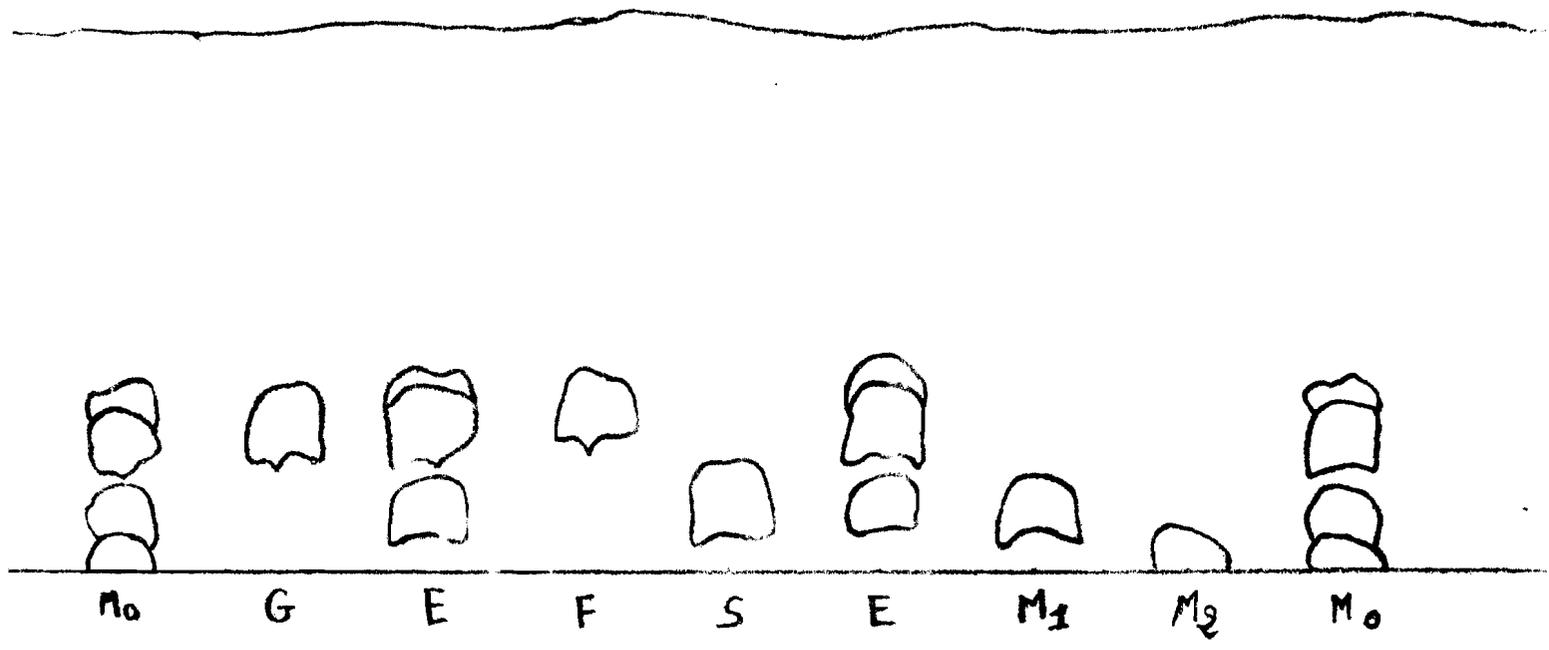
23,5ml

eau distillée

11,2ml

Temps de migration : 10 minutes

CHROMATOGRAPHIE D'UN ECHANTILLON DE MIEL DE FROMAGER  
ORIGINE: CASAMANCA  
RECOLTE PAR DES APICULTEURS TRADITIONNELS

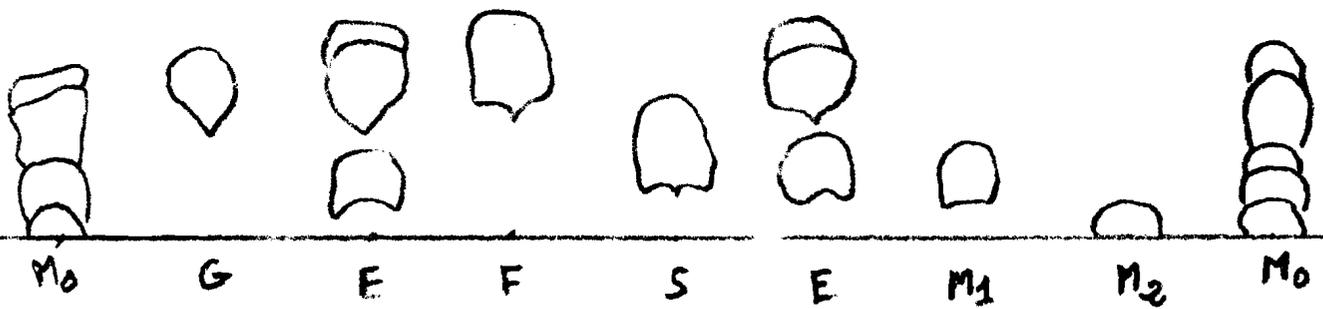


Solvant = | acetate d'ethyle = 65ml  
| isopropanol 23,4ml  
| eau distillee 11,2ml

Temps de migration = 20 minutes

# CHROMATOGRAPHIE QUALITATIVE D'UN ECHANTILLON DE MIEL DE PALETUVIER SERAS

front de solvant



Solvant	Acetate d'ethyle	65 ml
	Isopropand	23,4 ml
	eau distillée	11,2 ml

Temps de migration: 20 minutes

4- Le glucose

L'analyse de 18 miels nous donne un taux moyen de 43.55 p 100  $\pm$  8.63. C'est le sucre principal du miel.

5- Le fructose

Le dosage chromatographique de cinq types de miel nous donne une moyenne de 35.36 p 100. Après le glucose c'est le second sucre du miel par ordre d'importance qualitative.

6- Le saccharose

Les résultats varient de 1 à 14 p 100 avec en moyenne 6.878 p 100.

Au delà de 15 p 100 on peut considérer le miel comme ayant fait l'objet d'une fraude par adjonction de saccharose commercial. Remarquons que cette opération frauduleuse n'a aucun intérêt économique compte tenu du prix assez élevé du saccharose commercial.

Les miels des pays tropicaux sont plus riches en saccharose comparativement aux miels des pays tempérés.

V- LE CONTROLE BIOCHIMIQUE

En plus de la détermination des taux de sucres et d'eau il y a lieu de déterminer l'activité de l'amylase, l'indice diastasique, la teneur en hydroxy-méthyl furfural. Ce sont là des perspectives de complément et d'approfondissement de ce travail fort intéressant.

.../

Signalons cependant les normes internationales du CODEX ALIMENTARIUS cité par D. PEARSON.

Matière insoluble : on ne doit pas avoir plus de 0,1 p 100 pour le miel égoutté et pas plus de 0,5 p 100 pour le miel pressé. Il y a une corrélation entre l'activité diastasique (AD) et la teneur en hydroxyméthylfurfural (HMF).

pour AD	8	HMF	40 mg/kg de miel
pour AD	3	HMF	15 mg/kg de miel.

Ces chiffres sont valables pour les pays tempérés. Ainsi il serait intéressant de tester de bons miels de pays tropicaux en vue de préciser l'influence de nos conditions climatiques et les technologies spéciales. Dans nos pays en effet les températures élevées réalisent un chauffage naturel qui pourrait augmenter le taux d'HMF et détruire en partie les enzymes modifiant ainsi l'activité diastasique.

---

IV<sup>e</sup> P A R T I E

MICROBIOLOGIE DU MIEL

TECHNIQUES D'ANALYSE ET RESULTATS

METHODES D'ANALYSE ET MILIEUX APPROPRIES

Nos analyses ont porté sur :

- le dénombrement des germes totaux aérobies.
- la recherche de germes critères de contamination d'origine fécale :
  - . les coliformes
  - . E. coli en particulier.
  - . les streptocoques fécaux.
- la recherche des germes pathogènes
  - . Staphylocoques pathogènes
  - . Salmonella.
- la recherche de spores de clostridium.
- la recherche des germes témoins d'altération du miel.
  - . levures et moisissures.

Les ensemencements ont été effectués avec une dilution au 1/10 dans le tryptone sel.

I- DENOMBREMENT DES GERMES AEROBIES TOTAUX

1- Le milieu : Gélose standard pour dénombrement.

a)- Formule

Formule de la gélose standard pour dénombrement ou plate-Count-Agar (PCA) en grammes par litre d'eau distillée.

Peptone	5 g
Extrait de levure	2,5 g
Glucose	1 g
Agar	15 g.

.../

b)- Préparation

Mettre 23,5 g de milieu déshydraté dans un litre d'eau distillée. Attendre 5 minutes, puis mélanger jusqu'à obtention d'une suspension homogène. Faire chauffer lentement en agitant fréquemment, puis porter à l'ébullition jusqu'à complète dissolution. Ajuster, si nécessaire, le pH à  $7,0 \pm 0,2$ . Repartir puis stériliser à l'autoclave à  $120^{\circ}$  c pendant 20 minutes.

2- Utilisation du milieu

L'ensemencement en surface.

Couler le milieu en boîte de pétri et après refroidissement de poser à la surface 0,1 ml de la solution à analyser. Etaler l'inoculum rapidement et soigneusement à l'aide d'un étaleur en verre stérile. Retourner les boîtes et les incuber dans cette position. On fait une incubation à  $30^{\circ}$ c. La lecture et le dénombrement se font au bout de 48 heures.

II- RECHERCHE DES GERMES CRITERES DE CONTAMINATION D'ORIGINE FECALE

A- LES COLIFORMES

1- Le milieu

D C L ou Gélose ou Désoxy-Cholate Citrate Lactose.

a)- Formule en grammes par litre d'eau bidistillée

Peptone	10
Lactose	10
Désoxycholate de sodium	1

.../

Chlorure de sodium	5
Citrate de sodium	2
Agar	15
Rouge neutre	0,03
pH final 7,1	

b)- Préparation du milieu

Mettre 40 g de milieu déshydraté dans un litre d'eau bidistillée préalablement portée à 100°C pendant 10 minutes, puis ramener à la température du laboratoire. Attendre 5 minutes puis mélanger jusqu'à obtention d'une suspension homogène. Faire chauffer lentement, en agitant fréquemment, puis porter à l'ébullition jusqu'à complète dissolution.

Ne pas autoclaver. Laisser refroidir le milieu jusqu'à 50°C environ avant de l'utiliser. Ajuster si nécessaire le pH à 7,1.

2- Utilisation du milieu

Dans une boîte de pétri placer 1 ml de la solution mère de miel (1 g de miel dans 10 ml de tryptone sel) en se servant d'une pipette stérile. Verser rapidement une quantité suffisante du milieu et agiter pour bien mélanger. Laisser refroidir sur une surface fraîche et parfaitement horizontale. Dès que la solidification est parfaite couler au dessus de cette première couche une seconde couche du milieu stérile ; son épaisseur doit être de 2 mm environ. Laisser refroidir à nouveau. Après solidification complète, retourner la boîte et l'incuber dans cette position ; l'incubation se fait à la température de 30°C pendant 48 heures, après quoi on dénombre les colonies rouges ayant un diamètre d'au moins 0,5 mm.

.../

B- RECHERCHE D'E. COLI

Test présomptif : ce test effectue la mise en évidence des coliformes E. Coli entre autres.

1- Le milieu : Bouillon lactose bilié au vert brillant.

a)- Formule en grammes par litre d'eau distillée

Peptone	10
Lactose	10
Bile de boeuf	20
Vert brillant	0,013.

pH final = 7,2 (à 25°C).

b)- Préparation

Mettre 40 g de milieu déshydraté dans un litre d'eau distillée. Mélanger soigneusement jusqu'à complète dissolution. Ajuster si nécessaire le pH à 7,2. Repartir en tubes avec cloche de Durham, à raison de 10 ml par tube. Stériliser à l'autoclave à 115°C maximum pendant 20 minutes.

2- Utilisation et lecture

Introduire dans les tubes 1 ml de la solution mère de miel, incuber à 30°C pendant 48 H. L'apparition de gaz dans les cloches (volume au moins égal au 1/10 du volume total de la cloche en 48 heures) traduit la fermentation du lactose par les coliformes.

.../

Test confirmatif = Test de MACKENZIE

Une öse bouclée du contenu de tubes gazogènes est inoculée dans un tube de bouillon lactosé bilié au vert brillant muni d'une cloche à gaz et un tube d'eau peptonée. Ces tubes sont aussitôt placés dans un bain marie à la température de 44°C ( ± 0,5°C) pendant 24 à 48 heures. On note l'existence ou l'absence de gaz dans le premier tube puis on recherche l'indole dans le second.

Interprétation des résultats

	Gaz	Indole
E. Coli	+	+
autres coliformes	-	-

C- RECHERCHE DES STREPTOCOQUES FECAUX

Test présomptif.

1- Le milieu : milieu de Rothe

Formule en grammes par litre d'eau distillée.

Peptone	20
Glucose	5
Chlorure de sodium	5
Phosphate bipotassique	2,7
Phosphate monopotassique	2,7
Azohydrate de sodium	0,2

pH final : 6,8 - 7 à 25°C.

.../

### Préparation

Pour obtenir le milieu de Rothe "simple concentration" mettre 35,6 g de milieu déshydraté dans un litre d'eau distillée. Mélanger soigneusement jusqu'à complète dissolution. Ajuster si nécessaire, le pH à 6,8 - 7 (à 25°C). Stériliser à l'autoclave à 115°C pendant 20 minutes.

### Utilisation du milieu de Rothe

Inoculer 5 tubes de milieu de Rothe "double concentration" avec 10 ml de la solution mère de miel. Inoculer 1 tube de milieu de Rothe "simple concentration" avec 1 ml de solution, analyser 1 tube avec 1 ml de la dilution au 1/10 et éventuellement encenser d'autres tubes avec 1 ml des dilutions au 1/100 et au 1/1000 incuber à 37°C pendant 48 heures.

Les tubes présentant un trouble microbien après 48 heures d'incubation seront considérés comme pouvant contenir des streptocoques fécaux. Effectuer le Test confirmatif à partir de ces tubes.

Test confirmatif.

#### 1- Le milieu : milieu de Litsky.

Formule en gramme par litre d'eau distillée

Peptone	20
Glucose	5
Chlorure de sodium	5
Phosphate bipotassique	2,7
Phosphate monopotassique	2,7
Azothydrate de sodium	0,3
Ethyl-violet	0,0005

pH final = 6,8 à 7 (à 25°C).

### Préparation du milieu

Mettre 35,7 g de milieu déshydraté dans un litre d'eau distillée. Mélanger soigneusement jusqu'à complète dissolution. Ajuster si nécessaire le pH à 6,8 - 7. Repartir à raison de 10 ml par tube. Stériliser à l'autoclave à 115°C pendant 20 minutes.

### Utilisation du milieu : lecture

Après le test présomptif, agiter les tubes de Rothe "positifs". Prélever une öse bouclée et la reporter dans le milieu de Litsky. Incuber à 37°C pendant 24 à 48 heures. La présence de streptocoques fécaux se manifeste par l'apparition d'un trouble microbien dans tout le milieu et, éventuellement par la formation d'une pastille violette dans le fond du tube.

## III- RECHERCHE DES GERMES PATHOGENES

### A- LES STAPHYLOCOQUES PATHOGENES

#### 1- Le milieu : milieu de Bair Parker

Formule en grammes par litre d'eau distillée :

Peptone	10
Extrait de viande	4
Extrait de levure	2
Pyruvate de sodium	10
Clycocolle	12
Chlorure de lithium	5
Agar	14

.../

### Préparation du milieu

Mettre 57 g de milieu déshydraté dans un litre d'eau distillée. Attendre 5 minutes puis mélanger jusqu'à obtention d'une suspension homogène. Faire chauffer lentement en agitant fréquemment puis porter à l'ébullition jusqu'à complète dissolution. Ajuster, si nécessaire le pH à 7,2. Repartir à raison de 100 ml par flacon. Stériliser à l'autoclave à 120°C pendant 20 minutes.

### 2- Utilisation du milieu : lecture

Faire fondre la base gélosée au bain marie bouillant puis refroidir à 45 - 50°C. Ajouter les solutions suivantes, stériles et chaudes, par flacon de 100 ml de milieu :

Tellurite de potassium à 1 p.100...	1 ml
Emulsion de jaune d'oeuf à 10 p 100	
en eau physiologique	5 ml
Sulfaméthazine à 0,2 p.100.....	2,5 ml

Mélanger soigneusement et couler en boîte de pétri. Les boîtes contenant le milieu définitif doivent être utilisées dans les 24 heures qui suivent leur préparation.

L'incubation se fait à 37° pendant 24 à 48 heures. Les souches de Staphylococcus aureus forment des colonies noires entourées d'un halo de 2 à 5 mm de diamètre qui représente un éclaircissement du jaune d'oeuf preuve de l'activité des lecithinases produites par les staphylocoques.

.../

B- RECHERCHE DES SALMONELLES

1- Le milieu : milieu S.S. ou Gélose salmonella - shigella

Formule du milieu en grammes par litre d'eau distillée :

Peptone	10
Extrait de viande	5
Lactose	10
Sels biliaires	6
Citrate de sodium	8,5
Citrate de fer ammoniacal	1
Hyposulfite de sodium	8,5
Rouge neutre	0,025
Vert brillant	0,00033
Agar	13.

pH final 7.

Préparation du milieu

Mettre 57 g de milieu déshydraté dans un litre d'eau distillée préalablement portée à 100°c pendant 10 minutes, puis ramener à la température du laboratoire Attendre 5 minutes, puis mélanger jusqu'à obtention d'une suspension homogène, chauffer lentement en agitant fréquemment, puis porter à l'ébullition jusqu'à complète dissolution. Ajuster, si nécessaire, le pH à 7. Ne pas autoclaver. Laisser refroidir le milieu jusqu'à 50°c environ, puis le couler en boîtes de pétri.

2- Utilisation du milieu

Ensemencer deux boîtes du milieu avec la solution homogène 1/100 de miel. Il est nécessaire d'ensemencer

.../

parallèlement deux milieux d'enrichissement :

- . un milieu au sélénite de sodium.
- . un milieu au tétrathionate + Novobiocine  
(ou milieu de Muller-Kauffman).

Mettre à l'étuve à 37° pendant 24 heures. Le lendemain repiquer les deux milieux d'enrichissement sur 2 boîtes de milieu salmonella shigella. Mettre à l'étuve à 37°c pendant 24 heures. Après 48 heures. d'incubation les colonies de salmonella-shigella ont un aspect incolore et transparent, lactose.

### Identification

#### 1- Le milieu : milieu de Kligler

Le milieu de Kligler est un milieu d'identification rapide pour les entérobactéries. Il permet de mettre en évidence la fermentation du lactose et du glucose (avec ou sans dégagement gazeux), la production d'hydrogène sulfuré l'on effectuera la recherche de la galactosidase et de la lysine décarboxylase (L.D.C).

Formule du milieu de Kligler en grammes par litre d'eau distillée :

Peptone	20
Extrait de viande	3
Extrait de levure	3
Lactose	10
Glucose	1
Sulfate ferreux	0,3

.../

Chlorure de sodium	5
Hyposulfite de sodium	0,3
Agar	15
Rouge de phénol	0,025.

pH final = 7,4.

#### Préparation du milieu de Kligler

Mettre 56 g de milieu déshydraté dans un litre d'eau distillée. Attendre 5 minutes puis mélanger jusqu'à obtention d'une suspension homogène. Faire chauffer lentement en agitant fréquemment puis porter à l'ébullition jusqu'à complète dissolution. Ajuster si nécessaire le pH à 7,4.

Répartir si nécessaire une quantité suffisante par tube de façon à obtenir, après refroidissement un culot de 2,5 cm et une tranche. Stériliser à l'autoclave à 125°C pendant 20 minutes puis incliner les tubes en bonne position et les maintenir jusqu'à solidification du milieu. Dès que la surface de la tranche est sèche, le milieu est prêt à l'emploi.

L'ensemencement se fait d'abord sur la tranche, soit en strie centrale soit en stries serrées et parallèles, puis en piqûre profonde dans le culot. Les tubes sont portés à l'étuve à 37°C pendant 24 heures. Le milieu de Kligler fournit les renseignements suivants :

1°)- la fermentation du lactose se lit sur la tranche (T)

Tranche rouge = lactose -

Tranche jaune = lactose +

.../

2°)- la fermentation du glucose se lit dans le culot (c).

Culot rouge = glucose -

Culot jaune = glucose +

Si le glucose est fermenté avec gaz, le culot est fissuré ou décollé du fond du tube par des bulles plus ou moins abondantes.

3°)- la production de SH<sub>2</sub> se traduit par un noircissement du milieu dans la zone joignant le culot à la pente. Avec les bactéries produisant SH<sub>2</sub> (S. typhi) le noircissement du milieu se situe dans la zone joignant le culot à la pente. Avec les bactéries donnant peu de SH<sub>2</sub> (S. typhi) le noircissement d reste cantonné au niveau de la piqûre.

Caractères distinctifs des cultures

Milieu de Kligler	Glucose	Lactose	Gaz	H <sub>2</sub> S	B. GAL	L	D	C
S. Typhi	+	-	-	traces	-			+
S. Paratyphi	+	-	+	-	-			-
S. Gallinarum	+	-	d	+	-			+
Shigella	+	-	-	-	d			+

.../

NB. Recherche de la  $\beta$  Galactosidase (Gal)

Ce test s'effectue sur des souches lactose - en un jour que l'on soupçonne d'être lactose + en plusieurs jours.

Technique : Faire une suspension épaisse de bactéries, prélevées sur la pente d'un milieu lactose - glucose-SH<sub>2</sub> dans 0,5 ml d'eau distillée. Ajouter un disque O.N.P.G. Placer le tube au bain marie 37°C.

Lecture : une réaction positive se traduit par une couleur jaune due à la libération d'orthonitrophénol. Elle apparaît le plus souvent en moins de 30 minutes. Elle est donnée par les bactéries possédant une  $\beta$  galactosidase.

Recherche de la Lysine - décarboxylase (L.D.C.)

Il est possible sur ce milieu de mettre en évidence la transformation par certaines espèces qui possèdent une lysine décarboxylase (L D C), de cet acide aminé en cadavérine.

Technique et lecture : après incubation de 18 à 24 heures, ajouter sur le milieu 1 ml de lessive de soude diluée de moitié, de façon à baigner la surface. Agiter légèrement. Rajouter 2 ml de chloroforme. Agiter pendant quelques secondes sans violence. Laisser décanter. Prélever environ 0,5 ml de chloroforme limpide dans le fond du tube et le transvaser dans un petit tube (il est important de ne pas emmener de phase aqueuse).

.../

Placer un disque "L.D.C." dans cet extrait. Une réaction positive se traduit par une couleur violette apparaissant au bout de 5 à 10 minutes.

## C- RECHERCHE DES SPORES DE CLOSTRIDIUM

### 1- Le milieu : sulfite - Agar

Formule du milieu en grammes par litre d'eau distillée :

Peptone	10
Sulfite de sodium	1
Agar	20

#### Préparation du milieu

Mettre 31 g du milieu déshydraté dans un litre d'eau distillée. Mélanger jusqu'à obtention d'une suspension homogène. Faire chauffer lentement en agitant fréquemment puis porter à l'ébullition jusqu'à complète dissolution. Répartir en tubes à raison de 20 ml par tube. Stériliser à 120°c pendant 20 minutes.

### 2- Utilisation du milieu

L'ensemencement se fait par piqûre en profondeur. La solution mise est préalablement chauffée à 85°c pendant 5 minutes pour éliminer les formes végétatives. L'incubation se fait à 37° pendant 48 heures.

.../

IV- RECHERCHE DES LEVURES ET MOISSISSURES TEMOINS  
DE L'ALTERATION DU MIEL.

1- Le milieu = O.G A

Formule en grammes par litre d'eau distillée

Extrait de levure (difco)	5
Glucose	20
Agar	20

pH final 6,8 à (25°C).

Préparation du milieu

Mettre 45 g de milieu déshydraté dans un litre d'eau distillée. Attendre 5 minutes puis mélanger jusqu'à obtention d'une suspension homogène. Chauffer lentement, en agitant fréquemment puis porter à l'ébullition jusqu'à complète dissolution. Ajuster, si nécessaire le pH à 6,8-7 (à 25°C). Repartir à raison de 100 ml par flacon de 150 ml. Stériliser à l'autoclave à 115°C pendant 20 minutes.

2- Utilisation du milieu

Faire fondre le milieu de base au bain-marie bouillant. Refroidir à 50°C environ. Ajouter à 100 ml de milieu 10 ml d'une solution stérile d'oxytétracycline (Terramycine) à 1000 g/ml pour éliminer les bactéries.

Mélanger soigneusement et couler en boîte de pétri stérile. Après solidification, étaler 0,1 ml de la solution de miel 1/10 Incuber à 20-25°C pendant 3 à 5 jours.

.../

RESULTATS DES ANALYSES EFFECTUEES SUR UN ECHANTILLON  
D'UN MIEL DE MELANGE DES ETABLISSEMENTS GELOT.

Germes totaux	1 300/g
Coliformes	négatif
Escherichia coli	négatif
Streptocoques fécaux	négatif
Staphylocoques pathogènes	négatif
Salmonella	négatif
Spores de clostridium	2/g
Levures	négatif
Moisissures	50/g.

C O N C L U S I O N S

On remarque la présence d'une faible quantité de germes totaux. Cela témoigne de l'inaptitude du miel à servir de milieu pour le développement des germes. Cela est dû à une forte teneur en sucre et une faible teneur en eau libre, rendant difficile les conditions de développement des germes. Ce miel n'a pas subi une contamination d'origine fécale. Il est exempt de germes pathogènes. La présence négligeable de moisissures atteste de la non altération de ce miel. Ce taux moyen se stabilise sous des conditions correctes de conservation, cela nous a été révélé par l'analyse de 4 échantillons de miel conservés à la température du laboratoire pendant un an, sur lesquels il a été identifié des moisissures à un taux de 40/g. Il est cependant indiqué de conserver le miel à une température de 4°C pour une durée maximale d'un an.

V<sup>e</sup> PARTIE

LE MIEL EN APITHERAPIE

## I- GENERALITES SUR L'APITHERAPIE

L'apithérapie qui désigne l'usage des produits de la ruche dans le cadre des thérapeutiques naturelles, date des temps anciens. Dès l'antiquité on exaltait les vertus thérapeutiques de la gelée royale. Le miel est le seul aliment indiqué par le coran comme médicament.

Des expérimentations sont effectuées vers les années cinquante par des chercheurs des pays d'Europe de l'Est mais également de la France. L'étude pharmacologique des produits utilisés en apithérapie dépasse le cadre de notre travail. Nous nous limitons simplement à des considérations empiriques et bibliographiques que leur composition chimique ne saurait infirmer. Sans doute les expérimentations auxquelles est inséparable l'empirisme, sont aujourd'hui dépassées, mais la valeur historique et bibliographique n'en demeure pas moins réelle. L'on utilise aujourd'hui en apithérapie :

- le miel
- la gelée royale
- le pollen
- la propolis
- le venin d'abeille.

### 1- La gelée royale

Secretée par les glandes pharyngiennes des ouvrières. Ce produit est remarquable par sa haute valeur biologique prouvée par la croissance rapide des larves qui en sont nourries, par la taille les performances physiologiques (ponte) et la longévité de la reine qui ne mange que de la gelée royale.

.../

Les aptitudes nutritionnelles de la gelée royale se justifient par la richesse et la valeur des substances de croissance qu'elle contient notamment les protéines et les vitamines.

#### Récolte et conservation

La récolte de la gelée royale peut s'effectuer dans la cellule royale directement, cela est difficile, les quantités sont faibles et il y a un grand risque de perturber la vie de la ruche. On peut aussi procéder à l'orphelinage d'une ruche et prélever la totalité de la gelée royale stockée dans la cellule royale. On en recueille environ 300 mg par cupule. La conservation se fait à 10°C dans une atmosphère sèche pendant un an au plus.

p

#### Propriétés de la gelée royale

Les propriétés de la gelée royale ont été notées dans de nombreux cas de déficience organique. L'action stimulante porte notamment sur les retards de croissance, sur les états cachectiques consécutifs à certaines maladies infectieuses ou parasitaires. Cette action est potentialisée chez les jeunes et les sujets âgés.

A l'issue d'une expérimentation sur cent soixante sujets âgés de quarante sept à quatre vingt dix ans (avec une moyenne d'âge de soixante seize ans) H. Destreim décèle en plus des propriétés hématopoétiques et eupeptiques, des propriétés neuro-équilibrantes.

.../

L'expérience pratiquée au Canada en 1959 par les docteurs **TOWNSEND** et **MORGAN** au Canada suggère des propriétés anticancéreuses pour la gelée royale. A un premier lot A de 1000 souris on injecte un mélange de gelée royale et de cellules cancéreuses. A un deuxième lot B de 1000 souris on injecte des cellules cancéreuses **seulement**. Au bout de 2 mois les souris du lot A sont indemnes tandis que les souris du lot B meurent. Cette propriété anticancéreuse serait elle préventive ou curative ? Des recherches se dessinent dans ce sens.

Enfin, selon le Docteur **DONADIEU**, la gelée royale joue le rôle d'adjuvant dans le traitement des maladies dégénératives, cardio-vasculaires, génito-urinaires et digestives. C'est donc un produit d'une haute importance en apithérapie.

## 2- Le vénéin d'abeille

Si l'action thérapeutique du vénéin d'abeille est hypothétique il est cependant confirmé une action allergique se manifestant chez certains sujets. L'on comprend dès lors les essais d'utilisation, d'ailleurs rare, dans la prévention de phénomènes inflammatoires.

Par ailleurs, l'on attribue au vénéin d'abeille une action sédatrice par application locale dans les symptômes de douleurs rhumatismales.

## 3- Le pollen

Le pollen n'est pas une production directe des abeilles. Les ouvrières en effectuent la récolte lors du

.../

du butinage à l'aide de leur corbeille à pollen munie d'une brosse au niveau des pattes postérieures. Cette récolte s'effectue au niveau de l'organe mâle de reproduction des plantes phanérogames : les étamines.

Dans la ruche le pollen mélangé au miel sert à la nourriture de l'ensemble de la ruche (sauf la reine et les jeunes larves). Le pollen est en réalité donc une substance végétale riche en substances nutritives. Il contient tous les éléments nécessaires à la vie : l'eau, des protéines, des lipides, des glucides, enzymes, oligo-éléments. Le Docteur YVES DONADIEU précise la présence d'une substance accélératrice de la croissance, de substances antibioactives et de pigments.

Le pollen est donc un produit végétal qui conserve toutes les propriétés de la plante. Sa richesse justifie son rôle de complément dans l'alimentation. Il apporte à l'organisme des éléments nutritifs qui lui manquent et potentialise ainsi le fonctionnement des appareils. Le pollen a des propriétés tonifiantes stimulantes et détoxifiantes en général.

Chez l'homme bien portant le pollen prévient les troubles métaboliques internes et fortifie l'organisme dans les états physiologiques particuliers comme la grossesse et l'allaitement. C'est à ces titres que comme la gelée royale il peut augmenter les capacités physiques et intellectuelles.

.../

Le pollen est indiqué dans des états pathologiques variés :

- asthénies d'origine diverses : physique psychique ou sexuelle.
- troubles gastriques liés à des infections intestinales ou à l'alcoolisme.
- maladies ostéo-articulaires du deuxième âge. On ne signale pas de contre indication spécifique au pollen.

DONADIEU note cependant des accidents d'intolérance possibles se manifestant par des troubles gastriques. Dans ces cas il est recommandé d'arrêter la prise.

#### 4- La propolis

La propolis est une substance résineuse et âcre récoltée par les ouvrières dans les bourgeons des fleurs. Dans la ruche, elle sert à colmater les fissures, à polir les surfaces rugueuses et à momifier les intrus, les insectes parasites et autres ennemis des abeilles qui entrent dans la ruche.

La propolis intervient donc dans la construction, la protection et la défense de la ruche. Geneviève CLAIR qui en a fait l'étude biochimique indique la composition moyenne suivante :

Résine	50 à 55 p 100
Cire	30 à 40 p 100
Huiles essentielles	5 à 10 p 100
Pollen	5 p 100

.../

La présence de polyphénols du groupe des flavonoïdes permet d'interpréter en grande partie les propriétés thérapeutiques de cette substance.

Les propriétés pharmacologiques de la propolis sont de nature antibactérienne et antifongique. L'action antibactérienne s'étend sur les staphylocoques, les streptocoques, Proteus vulgaris, Baccilus subtilis et Escherichia coli B.

Il s'y ajoute une action bactériostatique en générale. L'action antifongique de la propolis inhibe le développement de Candida albicans à une concentration supérieure ou égale à 1,5 p cent.

La propolis possède selon Geneviève CLAIR un pouvoir cicatrisant et une action anesthésique locale nette. L'on note cependant des cas d'allergie qui constituent une contre indication à l'utilisation thérapeutique de la propolis.

Ces diverses actions expliquent mieux l'utilisation empirique de la propolis dans le traitement de nombreuses affections cutanées dermatoses diverses, eczèmas ulcères.

## II- LES PROPRIETES THERAPEUTIQUES DU MIEL

Elles sont évidemment liées à la composition chimique complexe que l'on trouve généralement dans tout produit biologique.

.../

Les propriétés stimulantes, défatiguantes et anti-asthéniques permettent à l'homme bien portant de lutter contre de nombreuses déficiences organiques.

Le Docteur YVES DONADIEU signale des propriétés émollientes et antiseptiques, diurétiques et anti-anémiques.

Ainsi l'étendue de l'action du miel couvre les principales fonctions vitales. La synergie, c'est-à-dire l'interaction des différents constituants chimiques est certaine.

De plus l'origine botanique diversifiée du miel suggère ses particularités thérapeutiques tant il est vrai que les principales propriétés pharmacologiques lui viennent du nectar des fleurs.

Ainsi en présentant aux abeilles du sirop de sucre dans lequel on additionne certaines substances médicamenteuses on récolte du miel contenant en partie ces substances. Une remarque intéressante est qu'il n'est pas recommandé de donner trop de sucre aux abeilles qui deviendront alors avides d'eau et agressives.

Donc chaque espèce végétale mellifère donne des propriétés spécifiques au miel qu'il engendre. Le miel d'Eucalyptus par exemple a des propriétés antiseptiques des voies respiratoires. Ainsi l'on n'est pas surpris d'apprendre que l'existence de miel toxique serait liée à des plantes vénéneuses butinées par des abeilles.

.../

En pratique nous avons relevé des indications précises en médecine populaire : le miel soutient l'organisme dans le traitement des états d'asthénies, d'anorexie, d'amaigrissement de diverses origines.

Pour le traitement des affections digestives, le miel est indiqué dans les différentes atteintes hépatiques. l'alcoolisme en particulier, dans les cas d'ulcère et de constipation.

Pour les maladies cardio-vasculaires, le miel en augmentant le taux d'hémoglobine interviendrait dans la lutte contre les anémies. Par ailleurs, il constitue un appoint dans le traitement des myocardites avec troubles du rythme par les hétérosides cardiotoniques et analeptiques cardio-respiratoires.

En O.R.L. le miel est indiqué dans le traitement de la toux. Pour certains états de troubles neurologiques, le miel agit en particulier pour le maintient de l'équilibre perturbé comme sédatif.

Il convient enfin de signaler en emploi thérapeutique pour lequel beaucoup de praticiens restent septiques; il s'agit de l'utilisation du miel dans le traitement du diabète. La perturbation de métabolisme intermédiaire des sucres caractéristique de cette affection avec risque d'élaboration d'acides cétoniques, d'hyperglycémie et d'acidose sont des arguments chimiques et physiologiques suffisantes pour une contre indication formelle.

.../

Les doses habituelles d'entretien chez l'adulte sont de 30 à 40 grammes par jour soit une cuillère à soupe par jour environ. Pour le nourrisson ces doses varient de 5 à 15 grammes par jour soit environ un à deux cuillères à café par jour. La prise se fait telle qu'elle ou diluée dans de l'eau ou dans une autre boisson. On peut éventuellement remplacer le sucre quotidien par le miel.

C O N C L U S I O N

Les miels produits au Sénégal dans des conditions naturelles et exempts de fraudes satisfont aux exigences de normes internationales. Pour une teneur en eau de 18 p 100 en moyenne, le taux de sucre atteint 77 p 100. Les particularités de la composition ont trait notamment, outre les sucres, aux oligo-éléments, aux lipides, aux substances protéiques ainsi qu'aux diverses substances de croissance les vitamines, les enzymes et l'acide formique qui a un rôle remarquable dans la conservation du miel.

Les protocoles d'analyse et de contrôle physico-chimique ou biologique ont été choisis pour leur simplicité pour le contrôle l'on doit effectuer les déterminations suivantes :

- la teneur en eau pour déceler un mouillage éventuel.
- le taux de sucre totaux après hydrolyse et la richesse en saccharose qui renseignent sur une adjonction directe d'eau, de sucre dans le miel ou la présentation de sirop sucré aux abeilles.
- la recherche de l'hydroxyméthylfurfural, de l'amylase et de l'invertase ont pour but de vérifier les conditions de conservation du miel, et de déceler le phénomène de vieillissement ou un chauffage **excessif**.

Dans ce domaine nous pensons, avec de meilleures conditions d'expérimentation, obtenir des résultats chiffrés.

Au plan microbiologique, le miel est une substance dont l'aptitude à la contamination est très faible. Cela est dû à une forte teneur en sucre, la petite quantité d'eau libre ne permet pas le développement des germes.

Cela signifie les problèmes de conservation qu'une production artisanale ne pourrait pas résoudre.

.../

Le miel produit au Sénégal est sain et à l'abri de la pollution qui sevit dans les pays dits développés ; le consommateur n'a donc aucune raison objective de lui préférer les miels importés.

Nous avons là un produit naturel, riche et complet. Sa prédominance glucidique en fait un aliment énergétique d'une haute valeur nutritive. Les caractéristiques alimentaires du miel, alliées à celles que lui confère le nectar floral expliquent les propriétés thérapeutiques qu'on lui reconnaît depuis l'antiquité et que certains chercheurs et naturalistes se sont attaché à démontrer. Ces raisons sanitaires et nutritionnelles justifient l'impulsion de la production de miel encore artisanale au Sénégal s'y ajoutent des raisons économiques car à l'heure où le prix du saccharose commercial monte en flèche, le miel est un concentré de sucre à ne pas négliger d'autant plus qu'il dépasse ses aptitudes énergétiques pour être un remarquable aliment-médicament.

Sans préjuger des résultats futurs, dans le cadre d'une nouvelle spécialisation, nous centrons nos préoccupations vers les objectifs de formation et de recherche en économie rurale. Une première thèse sur l'apiculture avait déjà dégagé les premiers aspects de ce problème. En poursuivant les recherches sur un plan pluridisciplinaire nous espérons tendre en outre aux objectifs de développement économique et social de développement du Sénégal pour que le miel représente un chiffre d'affaire de cinq milliards de francs CFA.

B I B L I O G R A P H I E

- 1- ADAM (J.C) Noms vernaculaires de plantes du Sénégal  
Journal d'Agriculture tropicale et botanique  
appliquée 1979.
- 2- ADAM (J.C) Contribution à l'étude de la flore et de la  
végétation de l'Afrique Occidentale  
LA BASSE CASAMANCE 1961
- 3- BRU De la toxicité des miels  
Thèse méd. Vét. ALFORT 1946.
- 4- BRUNEL (A) Traité pratique de chimie végétale Tome III  
1949 - 741 p.
- 5- BURTON (M) Encyclopédie du monde animal  
Les insectes et les arachnides 3  
Bibliothèque marabout Université 1965.
- 6- BUTTIAUX (R) BEERENS (H) TACQUET (A)  
Manuel de techniques bactériologiques 2<sup>e</sup> éd.  
Ed. médical Flammarion 1966
- 7- CHEVASSUS (A) CANONNE (P), SEVNAT (G), DYCK (J.L) NDIAYE (A)  
Interprétation de trois enquêtes alimentaires  
faites au Sénégal. DAKAR, LOUGA-LINGUERE,  
KEDOUGOU RURAL 1977-1978 ORANA.
- 8- CHEVASSUS (A) NDIAYE (A.M) : Enquêtes de consommation  
alimentaire de l'ORANA de 1977 à 1979  
(séminaire sur l'état nutritionnel de la  
population rurale du sahel - PARIS 28 - 30  
Avril 1980).

.../

- 9- DONADIEU (Y) Thérapeutique naturelle : le miel  
Maloine sa éd. 1975
- 10- DONADIEU (Y) Thérapeutique Naturelle : le pollen  
Maloine éd. 1975.
- 11- DONADIEU (Y) Thérapeutique naturelle : la gelée royale  
Maloine éd 1975.
- 12- DEVAUX (G) Choix de techniques de biochimie clinique  
Gauthier Villars éd. 1970.
- 13- GIFFARD (P.L) L'arbre dans le paysage Sénégalais  
Sylviculture en zone tropicale sèche  
Tome I 1971.
- 14- HART MANN (L) Techniques modernes de laboratoire et  
d'exploration fonctionnelle  
L'expansion éd. 1971.
- 15- Journal officiel de la République Française  
22 Avril 1977. Méthodes officielles  
d'analyse du miel.
- 16- LE COQ (R) Manuel d'analyses alimentaires et  
d'expertises usuelle. Tome II éd DOIN 1965.
- 17- MATHIS (M) Le peuple des abeilles  
Que sais-je ? P U F 1975.
- 18- MAETERLINCK (M) la vie des abeilles  
"le livre de poche" 1962 - 243 p.
- 19- MERCK INDEX NINTH Edition published by MERCK an Co  
INC. USA.

- 20- PASTEUR INSTITUTE production ; fiches milieu  
réactif  
matériel de labo.
- 21- PEARSON(D) The chemical analysis of food  
sventieth edition churchill LIVINGSTON
- 22- RADEBARTH (K) Chromatographie sur couches minces  
Gauthier Villars éd. 1971.
- 23- Revue Française d'apiculture n° 383 Fév. 1980
- 24- Revue Française d'apiculture n° 390 Sept. 1980
- 25- Revue Française d'apiculture n° 387 Juin 1980.
- 26- Revue Française d'apiculture n° 391 Oct. 1980
- 27- Revue Française d'apiculture n° 392 Nov. 1980
- 28- Revue Française d'apiculture n° 384 Mars 1980
- 29- RODIER, Manuel de biochimie pratique à l'usage des  
laboratoires d'analyse médicale  
4<sup>e</sup> éd, Maloine sa éd, 1973.
- 30- STAHL (E), KALTENGACH, J chromatographe, 5, 351, 1961.
- 31- SCHWEIGER (A) J chromatographie 5, 374, 1962.
- 32- TROCHAIN (J) Contribution à l'étude de la végétation  
du Sénégal.  
Thèse doctorat ès-Science - Faculté de  
Médecine de PARIS.
- 33- VANBREUSEGHEM (R), VROEY (C), TAKASHIO (M).  
Guide pratique de mycologie médicale et  
vétérinaire. 2<sup>e</sup> éd. Masson 1970.

TABLE DES MATIERES

	<u>PAGES</u>
INTRODUCTION .....	1
<u>1er partie : DONNES GEOBOTANIQUES DU SENEGAL</u>	
Le relief .....	4
Le climat	
I - Généralités .....	4
II - Les composantes du climat .....	5
L'hydrographie .....	8
1 - Le domaine sahélien .....	9
2 - Le domaine soudanien .....	10
3 - Le domaine guinéen .....	11
La végétation	
1 - Le domaine sahélien	
a) La vallée du fleuve Sénégal .....	12
b) Le pseudo delta .....	12
c) Les Niayes .....	
d) Le district occidental du domaine sahélien .....	14
e) Le Nord de la zone sylvo-pastorale .....	14
2 - Le domaine soudanien	
a) Le secteur soudano sahélien .....	15
b) Le secteur soudano guinéen .....	17
3 - Le domaine guinéen	
<u>2è partie : QUELQUES ASPECTS ZOOLOGIQUES ET ECONOMIQUES</u>	
Les abeilles .....	19
La ruche .....	19

.../...

Les habitants de la ruche ..	
- La reine .....	21
- Les ouvrières .....	22
- Les mâles .....	25
Les produits de la ruche	
- Le miel .....	26
- Le pollen et la gelée royale .....	29
- La cire .....	29
- Le venin d'abeille .....	30
LES ASPECTS ECONOMIQUES DU SENEGAL .....	31

3<sup>e</sup> partie : BIOCHIMIE DES MIELS

METHODOLOGIE D'ANALYSE

I - Déterminations préliminaires

1 - Eau .....	33
2 - Matières minérales .....	33
3 - Indice acide .....	34
4 - La densité .....	35
5 - Le pouvoir rotatoire spécifique .....	35

II - Etude des sucres

1 - Dosage des sucres réducteurs préexistants	
a) Technique de Causse - Bonans .....	37
b) Méthode de Bertrand .....	38
c) Méthode de Dumazert .....	41
d) Méthode de Folin et Wu .....	43
e) Méthode de Baudouin Lentin .....	47

.../...

2 - Dosage des sucres intervertis ..... 50

3 - Identification des sucres présents dans le miel par chromatographie sur couche mince ..... 50

4 - Evaluation des quantités de glucose et de fructose dans le miel par chromatographie sur couches minces . 54

III - Protides et lipides totaux dans le miel 58

CONTROLE CHIMIQUE DES MIELS

1 - La teneur en hydroxyméthylfurfural . 60

2 - L'activité de l'amylase ..... 61

RESULTATS DE L'ANALYSE CHIMIQUE

1 - Déterminations préliminaires ..... 66

2 - Protides et lipides totaux ..... 67

3 - Les sucres ..... 67

4 - Le contrôle chimique des miels ..... 69

4è partie : MICROBIOLOGIE DES MIELS

METHODES D'ANALYSE ET MILIEUX APPROPRIES

I - Dénombrement des germes totaux ..... 71

II - Recherche des germes critères de contamination d'origine fécale

A) Les Coliformes ..... 72

B) E.coli ..... 74

C) Streptocoques fécaux ..... 75

.../...

III - Les germes pathogènes	
A) Staphylocoques pathogènes .....	77
P) Recherche des Salmonelles .....	79
C) Recherche de spores de clostridium ...	84
D) Recherche de levures et moisissure ...	85
RESULTATS DE L'ANALYSE MICROBIOLOGIQUES EFFECTUEE SUR UN MIEL PRODUIT PAR LES ETABLISSEMENTS P. GELOT .....	86
CONCLUSION .....	86
<u>5è partie</u> : LE MIEL EN APITHERAPIE	
I - Généralités sur l'apithérapie .....	87
II - Les propriétés thérapeutiques du miel ....	92
CONCLUSION .....	96
BIBLIOGRAPHIE .....	98
TABLES DES MATIERES .....	101

---

LE CANDIDAT

LE PROFESSEUR RESPONSABLE

VU :

LE DIRECTEUR

de l'Ecole Inter-Etats des  
Sciences et Médecine Vétérinaires.

LE PRESIDENT DU JURY

VU :

LE DOYEN

de la Faculté de Médecine  
et de Pharmacie.

Vu et Permis d'imprimer

DAKAR, le

LE RECTEUR PRESIDENT DE L'ASSEMBLEE DE L'UNIVERSITE DE DAKAR.

S E R M E N T   D E S   V E T E R I N A I R E S   D I P L O M E S   D E   D A K A R

-----

" Fidèlement attaché aux directives de Claude BOURGELAT, Fondateur de l'Enseignement Vétérinaire dans le monde, je promets et je jure, devant mes maîtres et mes aînés :

- d'avoir en tous moments et en tous lieux le souci de la dignité et de l'honneur de la profession vétérinaire ;

- d'observer en toutes circonstances les principes de correction et de droiture fixés par le code déontologique de mon pays ;

- de prouver par ma conduite, ma conviction, que la fortune consiste moins dans le bien que l'on a, que dans celui que l'on peut faire ;

- de ne point mettre à trop haut prix le savoir que je dois à la générosité de ma partie et à la sollicitude de tous ceux qui m'ont permis de réaliser ma vocation.

QUE TOUTE CONFIANCE ME SOIT RETIREE S'IL ADVIENNE QUE JE ME PARJURE".

ECOLE NATIONALE  
DES ETUDIANTS VETERINAIRES  
YETI - AVENUE DE DAKAR  
BOULEVARD