

SOMMAIRE

Pages

REMERCIEMENTS

RESUME

INTRODUCTION GENERALE	1
PARTIE I : GENERALITES	3
I.1. LE SESAME	3
1.1.1. Utilisations du sésame	3
1.1.1.1. Usage alimentaire	3
1.1.1.2. Usage industriel	4
1.1.1.3. Divers	4
1.1.2. Importance mondiale	4
1.1.3. Localisation du sésame à Madagascar	6
I.2. POSSIBILITES DE PRODUCTION DU SESAME BIOLOGIQUE	6
1.2.1. Définition de l'Agriculture Biologique	6
1.2.2. Contexte de l'Agriculture Biologique	7
1.2.2.1. Problèmes des résidus des intrants chimiques	7
1.2.2.2. Problème de l'environnement	8
1.2.3. Principe, méthode et technique de la culture du sésame biologique	8
1.2.3.1. La fertilisation	8
1.2.3.2. La rotation et assolement	13
1.2.3.3. Association de culture	14
1.2.3.4. Le travail du sol	14
1.2.3.5. Lutte contre les mauvaises herbes	15
1.2.3.6. Protection et lutte phytosanitaire	15
1.2.3.7. L'agriculture biodynamique	22
1.2.4. Reconversion du sésame conventionnel en sésame biologique	24
1.2.5. Réglementation et contrôle	25
1.2.6. Transformation, commercialisation, consommation	26
1.2.6.1. Transformation	26
1.2.6.2. Commercialisation	26
1.2.6.3. Consommation	27
I.3. LES PRODUITS DERIVES ET/OU TRANSFORMES OBTENUS A PARTIR DU SESAME	27
1.3.1. Huiles	27
1.3.1.1. Extraction artisanale	27
1.3.1.2. Extraction industrielle	27
1.3.1.3. Extraction par complexométrie indirecte de Mg II.....	27
1.3.2. Les pâtes alimentaires	28
1.3.3. Epices	28
1.3.4. Synergie d'un insecticide végétal : le pyrethrine	30
1.3.5. Alimentation du bétail	30
1.3.6. Parfumerie – Margarinerie – Savonnerie	30

1.3.7. Confiserie et pâtisserie	31
1.3.8. Propriétés médicinales	31
1.3.8.1. Utilisations cosmétiques : émollient	31
1.3.8.2. Utilisations traditionnelles	31
1.3.8.3. Utilisation en médecine moderne	33
 PARTIE II : ETUDE AGRONOMIQUE ET ANALYTIQUE DU SESAME.....	34
II.1. LE SESAME	34
2.1.1. Généralités	34
2.1.1.1. Historique et origine de la plante	34
2.1.1.2. Systématique et variété	34
2.1.1.3. Dénomination	35
2.1.2. Morphologie de la plante	36
2.1.2.1. Description de la plantule	36
2.1.2.2. Le port	36
2.1.2.3. Le système racinaire	39
2.1.2.4. La tige	39
2.1.2.5. Les feuilles	39
2.1.2.6. Fleurs et inflorescences	40
2.1.2.7. Fruit et graines	42
2.1.3. Physiologie de la plante	45
2.1.3.1. Les différentes phases végétatives	45
2.1.3.2. Nutrition de la plante	48
2.1.4. Ecologie de la plante	55
2.1.4.1. L'aire géographique	55
2.1.4.2. Les exigences climatiques	55
2.1.4.3. Les exigences édaphiques	55
2.1.5. Les ennemis de la plante	56
2.1.5.1. Les maladies	56
2.1.5.2. Les insectes	57
2.1.6. Les techniques culturales	57
2.1.6.1. La préparation du sol	57
2.1.6.2. Les semis	57
2.1.6.3. L'entretien	58
2.1.6.4. Fumure	59
2.1.6.5. Lutte contre les parasitismes	59
2.1.6.6. Lutte contre les maladies fongiques	60
2.1.6.7. Récolte	60
 II.2. ETUDE ANALYTIQUE DU SESAME	62
2.2.1. La composition chimique des graines de sésame	62
2.2.2. Caractéristiques de la matière grasse	63
2.2.3. Résultat analytique de la teneur en huile des graines de sésame de Madagascar	66
2.2.3.1. Objet	66
2.2.3.2. Définition	66
2.2.3.3. Principe	66
2.2.3.4. Réactifs	66
2.2.3.5. Appareillage	66

2.2.3.6. Mode opératoire	67
2.2.3.7. Résultat	68
2.2.4. Caractéristiques de la protéine	69
2.2.4.1. Méthode d'obtention des différentes qualités de protéines	71
2.2.4.2. Caractéristiques du pain fabriqué avec le mélange farine de blé – farine de sésame.....	72
2.2.4.3. Utilisations de la farine de sésame	77
2.2.4.4. Résultat analytique du dosage de l'azote dans les graines du sésame de Madagascar	77
2.2.4.5. Recettes au sésame	80
 PARTIE III ETUDE DES OPPORTUNITES ECONOMIQUES DU SESAME... .	83
III.1. PLACE DU SESAME SUR LA MARCHE MONDIAL	83
3.1.1. Les pays producteurs	83
3.1.2. La production mondiale du sésame	83
3.1.3. L'évolution du marché du sésame	84
3.1.4. Les échanges internationaux	85
3.1.4.1. Les exportations	85
3.1.4.2. Les importations	87
3.1.5. Les déterminants de la demande et des prix	88
3.1.5.1. La qualité des graines	88
3.1.5.2. La trituration	89
3.1.6. Les prix internationaux	89
3.1.7. Perspectives mondiales	89
 III.2. ETUDE DE LA FILIERE PAYSANALE : cas d'Ivoloina	90
3.2.1. Situation géographique d'Ivoloina	90
3.2.2. La topographie	90
3.2.3. Le climat	91
3.2.3.1. La température	91
3.2.3.2. La pluviométrie	91
3.2.3.3. Les indices climatiques	92
3.2.4. Etude pédologique	94
3.2.5. But de la sésamiculture d'Ivoloina	94
3.2.6. Techniques Culturelles	95
3.2.6.1. Les variétés cultivées	95
3.2.6.2. Lieux de cultures	95
3.2.6.3. Préparation du sol	95
3.2.6.4. Les fumures	95
3.2.6.5. Conduite culturale	95
3.2.6.6. L'entretien	96
3.2.6.7. Les ennemis	96
3.2.6.8. Luttres contre les maladies et les ennemis	96
3.2.6.9. Les récoltes	97
3.2.6.10. Le rendement	97
3.2.7. Utilisations du sésame dans cette région	98
3.2.7.1. Utilisations des graines sous forme brute	98
3.2.7.2. Utilisations des graines broyées	99

3.2.7.3. Utilisations des graines transformées	99
3.2.7.4. Utilisations des tiges et des feuilles	99
3.2.8. Calcul du coût de production à l'hectare du sésame	100
3.2.9. Les contraintes liées à la production de sésame à Ivoloina	103
3.2.9.1. La mentalité paysanne	103
3.2.9.2. Manque d'encadrement technique	103
3.2.9.3. Problème de débouché	103
3.2.10. Recommandations	103
CONCLUSION GENERALE.....	105

LISTE DES TABLEAUX

	<i>Pages</i>
Tableau N° 1 Evolution de la production et des exportations, en graines de sésame mondiales	5
Tableau N° 2 Variation des rendements selon les pays	5
Tableau N° 3 Prix de sésame par rapport aux oléagineux tropicaux et huiles végétales alimentaires	6
Tableau N° 4 Les engrais azotés utilisés en agriculture biologique	11
Tableau N° 5 Apport de phosphore en agriculture biologique	11
Tableau N° 6 Apport de potasse en agriculture biologique	12
Tableau N° 7 Différentes préparations possibles utilisées pour la lutte préventive	17
Tableau N° 8 Préparations à base de plantes utilisées en lutte biologique	20
Tableau N° 9 Caractéristiques de ces épées de sésame	29
Tableau N° 10 Dénomination du sésame	35
Tableau N° 11 Variation de protéine et de lipide suivant le nombre de jour après floraison	46
Tableau N° 12 Changement des acides gras pendant le développement des graines oléagineuses de sésame	47
Tableau N° 13 Consommation en eau de la plante	48
Tableau N° 14 Analyses des sols	50
Tableau N° 15 Effet du pH du sol sur la croissance du sésame mesuré tous les 10 jours	50
Tableau N° 16 Effet du pH du sol sur la production de matière sèche du feuillage et des graines en grammes par plante	51
Tableau N° 17 Effet du pH du sol sur l'accumulation de N, P, K, Ca et Mg en mg/plante du sésame à 40 jours	53
Tableau N° 18 Effet du pH du sol sur l'accumulation de N, P, K, Ca, et Mg en mg/plante du sésame à 80 jours	53
Tableau N° 19 Les insectes parasites du sésame	57
Tableau N° 20 Les teneurs en éléments nutritifs du sésame	62
Tableau N° 21 Teneur en éléments nutritifs des autres plantes alimentaires par rapport au sésame	62
Tableau N° 22 Composition minérale des graines de sésame selon la couleur	63
Tableau N° 23 Caractéristiques des huiles de sésame raffinées	63
Tableau N° 24 Composition chimique : composition moyenne en acides gras	64
Tableau N° 25 Composition en acides gras des principales huiles végétales	65
Tableau N° 26 Teneur en matière grasse libre du sésame à Madagascar	68
Tableau N° 27 Analyse de la farine des graines de sésame	69
Tableau N° 28 Les acides aminés des graines de sésame	70
Tableau N° 29 Composition chimique de farine de blé et produits de sésame	72
Tableau N° 30 Propriétés de mélange de produits de sésame et farine de blé par le farinographe	73
Tableau N° 31 La composition chimique du pain fortifié par les produits de sésame ..	74
Tableau N° 32 Les minéraux contenus dans le pain de blé fortifié par les produits du sésame	75
Tableau N° 33 Les acides aminés du pain	76
Tableau N° 34 Teneur en protéines du sésame de Madagascar	80
Tableau N° 35 Superficie en millions d'hectare	83
Tableau N° 36 Production en millions de tonnes	84
Tableau N° 37 Evolution du marché du sésame pour les graines sur des périodes de 5 ans	85
Tableau N° 38 Cours de la graine du sésame en comparaison avec ceux des principaux oléagineux tropicaux	85

	Pages
Tableau N° 39 Exportations mondiales de graines de sésame en milliers de tonnes	85
Tableau N° 40 Exportations mondiales : huiles de sésame en milliers de tonnes	86
Tableau N° 41 Exportations mondiales : tourteaux de sésame en milliers de tonnes	86
Tableau N° 42 Importations mondiales : graines de sésame	86
Tableau N° 43 Importations mondiales : huile de sésame	87
Tableau N° 44 Importations mondiales : tourteaux de sésame	88
Tableau N° 45 Eventail des prix pratiqués début 1997 en \$/t	88
Tableau N° 46 Moyennes des températures dans la région d'Ivoloina	89
Tableau N° 47 Moyennes de la pluviométrie dans la région d'Ivoloina	91
Tableau N° 48 Période de plantation	91
Tableau N° 49 Rendement obtenu auprès des paysans	95
Tableau N° 50 Calendrier des travaux	97
Tableau N° 51 Rendement obtenu selon le mode de semis	100
Tableau N° 52 Temps de travaux à l'hectare	100
Tableau N° 53 Coût de la plantation à l'hectare	101
Tableau N° 54 Bilan économique	102
Tableau N° 55 Mesure de rendement selon le mode de semis	103

LISTE DES FIGURES

	Pages
Figure N° 1 Variation de protéine et de lipide	46
Figure N° 2 Variation du taux des acides gras suivant les jours après floraison	47
Figure N° 3 Influence du pH du sol sur la croissance et la production de graines de sésame	52
Figure N° 4 Effet du pH du sol sur l'absorption de N, P, K, Ca et Mg pour le sésame de 40 jours	54
Figure N° 5 Préparation de graine de sésame.....	70

LISTE DES FIGURES

	Pages
Schéma N° 1 Schéma de la plante du sésame	37
Schéma N° 2 Schéma de la plantule du sésame	38
Schéma N° 3 Coupe longitudinale de la gousse du sésame	43
Schéma N° 4 Coupe transversale de la gousse du sésame	43

LISTE DES PHOTOS

	Pages
Photo N° 1 Plantule du sésame	38
Photo N° 2 Racine du sésame	39
Photo N° 3 Les feuilles du sésame	40
Photo N° 4 Les fleurs jaunes du sésame	41
Photo N° 5 Les fleurs pourpres du sésame	41
Photo N° 6 Les fleurs blanches du sésame	42
Photo N° 7 Les gousses du sésame	43
Photo N° 8 Les différentes couleurs des graines du sésame d'Ivoloina	44
Photo N° 9 Plantation du sésame à Ivoloina	98

INTRODUCTION GENERALE

Dans le monde, l'agriculture et le monde rural traversent une crise grave. Les pays industrialisés sont engagés dans une cause effrénée de la productivité car sans doute les systèmes de production intensifs leur ont permis d'atteindre l'autosuffisance alimentaire et même une surproduction. Ces systèmes ont contribué incontestablement à l'amélioration de leur niveau de vie. Récemment, les consommateurs de ces pays ont souhaité se nourrir plus sainement pour rester en bonne santé, avec une alimentation équilibrée à base de produits dépourvus de résidus chimiques.

En revanche, de nombreux pays en voie de développement, comme Madagascar, souffrent d'une pénurie alimentaire et d'une faiblesse socio-économique. Les trois-quarts des Malgaches vivent en dessous du seuil de la pauvreté, les produits agricoles à exporter rencontre souvent de vives concurrence, de plus l'environnement écologique se dégrade. Les dirigeants des pays des hémisphères sud devraient tenir compte de ces problèmes macro et micro-économiques pour établir une nouvelle politique agricole et mener un développement durable.

La célèbre formule «Sésame ouvre-toi » a immortalisé cette plante cultivée depuis des millénaires pour ses graines oléagineuses et amylacées. Cette plante est déjà cultivée sur la Côte Est de Madagascar. Mais actuellement, on y observe une régression de la culture de sésame faute de débouché et qu'un faible rendement.

A Madagascar où les consommations alimentaires sont basées essentiellement sur les céréales, les racines et les tubercules, les besoins énergétiques semblent dans l'ensemble satisfaisants. Bien qu'une certaine réserve doit être formulée à l'égard de cette affirmation, il existe une inégale répartition du taux de consommation imputable à des pouvoirs d'achats et des habitudes culinaires différents.

Du point de vue qualitatif, il demeure que le problème de l'apport protéique représente un des points faibles du régime alimentaire malgache. Or, l'organisme a un besoin impérieux d'azote. La viande représente un aliment de luxe pour les paysans, ils n'en consomment que très rarement. De la dernière enquête effectuée à propos des protéines, il ressort que 7% seulement des familles en milieu rural arrivent à couvrir leur besoin en protéines.

Concernant la carence en protéines, on trouve des problèmes graves chez les enfants entre 2 à 4 ans dont le besoin en protéines et sels minéraux s'avère indispensable. Après sevrage, l'enfant est nourri en général à base de manioc, des céréales qui assouviennent sa faim, mais qui affectent considérablement son épanouissement physique et intellectuel.

Aussi, la malnutrition protéique revêt une importance considérable à Madagascar. Le problème n'est pas seulement d'ordre protéique, c'est aussi un problème d'équilibre alimentaire. Le régime alimentaire du malgache est constitué par l'excès de glucide et par un manque de protéines (quantitatif et qualitatif). En se basant sur les normes de la FAO, les besoins protéiques peuvent être estimés comme suit :

- protéine d'origine végétale : 44g / habitant / j
- protéine d'origine animale : 11g / habitant / j

Mais les besoins ne sont couverts que 32,1 kg / habitant / an, soit un déficit de 7,9 kg / habitant / an.

Ces considérations nous ont amené à choisir comme thème de mémoire « Perspective de production du sésame biologique et de son utilisation en alimentation humaine » car la production bio qu'on doit exporter, peut contribuer au développement de notre pays. En plus, les protéines de sésame peuvent aussi diminuer l'insuffisance protéique des malgaches par la facilité de la culture. Ces recherches ont été financées par Monsieur Dale RACHMELE, ce qui nous a permis de faire tous les travaux à Ivoloïna Toamasina.

Notre travail se divise en trois parties. Dans la première partie, nous allons voir quelques généralités sur l'agriculture biologique et les utilisations des graines de sésame transformées ou non. La deuxième partie traite les études morphologique, physiologique et analytique du sésame. Et la troisième partie fait apparaître l'importance des graines de sésame sur le marché extérieur et dans la région d'Ivoloïna de Madagascar.

- PARTIE I. GENERALITES

Dans cette partie, nous allons voir d'abord les généralités, ensuite les possibilités de productions du sésame biologique, et enfin les produits dérivés et/ou transformés obtenus à partir du sésame.

I.1. LE SESAME

1.1.1 UTILISATIONS DU SESAME :

1.1.1.1. Usage alimentaire :

Le sésame qui, a un goût de noisette, est utilisé surtout dans la consommation domestique. Il peut être consommé fraîche comme légume.

En Afrique et en Asie, on utilise les graines soit directement comme aliment, soit grillées comme les arachides. On en extrait aussi une farine alimentaire.

En Inde, le sésame prend le rôle d'épice pour couvrir les gâteaux.

Le sésame est employé comme un succédané d'huile car les graines contiennent 50% d'huile. Sa fabrication passe par les étapes suivantes :

- faire griller les graines à sec dans une marmite quelques secondes pour en réveiller toute leur saveur ;
- piler ces graines grillées jusqu'à l'obtention d'une pâte consistante et huileuse
- mélanger directement avec les mets.

Au Japon, les graines de sésame grillées avec du sel donnent un condiment appelé «le gomashia » qui contient de la lécithine réputée pour fortifier la mémoire.

En Chine, le sésame est, avec le saindoux, le principal corps gras utilisé en cuisine.

En Corée, il fait partie, avec l'ail et le piment rouge, des trois saveurs qui sont la base de chaque repas.

Au Burkina Faso, la fraction autoconsommée du produit est utilisée sous diverses formes : extraction artisanale d'huile, préparations de sauces et garniture de pains ; et participe à l'équilibre alimentaire.

Dans le bassin méditerranéen, les graines de sésame, finement écrasées, produisent « le tahina » ou « tahini » qui accompagne les plats chauds.

Le « tahini » est une pâte épaisse fabriquée à partir de tourteau de sésame. Il est utilisé comme l'arôme végétal. Son goût est le beurre de pistache.

Composition de tahini :

Pour faire un demi coupe de tahini, mettre deux cuillerées de graines de sésame et broyer jusqu'à l'obtention d'une pâte lisse. Additionner une demi-cuillerée du thé d'huile de sésame, un quart de cuillerée du thé du sel et verser lentement un quart de coupe d'eau tiède et mélanger.

Le tahini est plus souvent additionné, pour avoir un goût agréable, avec du pain, de petit pain, de cake, de la brioche, du sandwich, de la sauce, du haricot vert sauté, du riz, de la viande, de la nouille (pâte alimentaire à base de semoule de blé dur et coupée en lanières minces, laminée, déshydratée).

Dans plusieurs pays du Moyen Orient, on pile les graines pour les réduire en pâte. Elle parfume les soupes, les ragoûts, les sauces. Nombreux sont les petits pains parfumés de sésame dont l'arôme captivant ouvre l'appétit dès leur sortie du four.

1.1.1.2. Usage industriel :

L'huile dans les graines de sésame extraite à chaud ou par le solvant est utilisée en margarinerie, savonnerie ou pour la préparation de la peinture. Pour l'huile extraite par un alcool, elle trouve usage en pharmacie et dans la préparation d'insecticides.

En parfumerie, l'huile de sésame sert d'huile d'enfleurage.

1.1.1.3. Divers :

La pâtisserie et la confiserie utilisent les graines de sésame broyées et sucrées: saupoudrage de pâtisseries, confiserie et desserts orientaux.

Les graines au goût de noisettes entrent en Grèce dans la confection des pâtés, des biscuits et des gâteaux ; en Chine, des gâteaux et des bonbons traditionnels. Dans le bassin méditerranéen, elles servent à l'élaboration de pâtisseries très sucrées comme les « ghoriba ».

1.1.2 IMPORTANCE MONDIALE

La culture du sésame s'étend dans les régions subéquatoriales aux régions tropicales semi-arides.

Le sésame est une plante très anciennement cultivée en Asie Tropicale pour ses graines oléagineuses car son huile est très fortement estimée par les Arabes.

Il fait l'objet d'une culture importante en Inde, en Chine, en Turquie et dans le Golfe Persique.

Au Soudan, dans la ceinture verte, le sésame arrive au deuxième rang parmi les cultures oléagineuses. (La ceinture verte couvre une terre exceptionnellement riche autour de Yambio et Maride due peut-être aux conditions hydrographiques). Au Tchad, dans la ceinture rouge, il entre en compétition avec l'arachide pour la première place. (La ceinture rouge délimite une formation de transition vers le climat et la végétation soudanienne. Elle se prolonge bien plus loin dans le Bahr-el- Ghazal où elle est limitée par les plaines inondables). Le sésame est cultivé sous les tropiques et dans les zones tempérées chaudes. Il est bien connu en Afrique (Ethiopie, Soudan, RCA, Burkina Faso).

En Afrique, il joue un rôle important dans les systèmes de production traditionnelle où il permet à la fois de valoriser les terres marginales et d'équilibrer le calendrier de travail de l'agriculteur qui en tire, à peu de frais, un complément de ressources appréciables.

En Europe, sa culture n'est possible que dans les régions méridionales (Grèce et Maltes).

La production mondiale du sésame est créée, pour l'essentiel, par de petits exploitants des PVD de la zone tropicale sèche ; elle avoisine deux millions de tonnes par an issues de 65 pays, parmi lesquels l'Inde qui est le premier producteur mondial avec 1/3 des superficies et 1/4 de la production. Les bas rendements obtenus localement 240kg/ha contre 740kg/ha dans le reste du monde ; sont dus à un désintérêt total pour les problèmes d'agriculture, de vulgarisation et de recherches. Parmi les pays africains francophone, le

Burkina Faso, le Tchad et le RCA, bien que petits producteurs, tirent du sésame une partie non négligeable de leurs ressources oléagineuses et de leurs exportations agricoles.

Le commerce international du sésame est restreint, portant sur moins de 15% de la production, ce qui représente environ 2% (base huile) du marché mondial des huiles végétales alimentaires. Toutefois, les transactions internationales se font en graines presque exclusivement, ce qui correspond à une valorisation de la production (utilisée en pâtisserie), bien supérieure à celle procurée par l'huile, alors que les pays producteurs triturent et consomment en huile une part importante de leur récolte : ceci explique les bas prix d'achat proposés à l'agriculteur africain.

Tableau N°1 **Evolution de la production et des exportations, en graines de sésame (x1000t), mondiales**

ANNEES	PRODUCTION	EXPORTATION
1957/58 à 1961/62	1385	140
1972/73 à 1976/77	1749	211
1982/83 à 1986/87	2010	330

Source : Oil World

Pendant les années 80, la production mondiale semblait stabiliser autour de 2.300.000t. On assiste cependant à une forte reprise depuis 1994. En 1995/96, la récolte atteint près de 2.800.000 T. Cette augmentation est due à un accroissement des superficies, en partie liée à l'amélioration de productivité en Inde en passant les rendements de 240 à 340kg/ha.

Globalement, la production mondiale de sésame a augmenté de 2,5% soit 520.000T entre 1991 et 1995.

Le sésame est cultivé de manière significative dans plus de 60 pays, mais les plus gros producteurs sont les asiatiques (59% des surfaces et 75% de la production) : Inde, Chine, Myanmar, Bangladesh. L'Inde est le principal producteur mondial avec 34% des superficies et 33% de la production.

En Afrique, le sésame est cultivé dans 25 pays mais sa production représente un peu moins de 20% du total mondial. Le Soudan et l'Ouganda représentent à eux-mêmes 50% de la production africaine.

Les performances en terme de rendement sont très inégales selon le niveau des intrants utilisés.

Tableau N° 2 **Variation des rendements selon les pays**

PAYS	RENDEMENT (KG/HA)
Amérique du Nord	763
Amérique du Sud	564
Asie	393
dont en Myanmar	213
En Chine	900
Afrique	125 à 450

Les cours de la graine de sésame, en raison de ses utilisations multiples ne suivent pas les fluctuations du marché des huiles végétales alimentaires, et se présentent comme suit à la mi-1990, en comparaison avec ceux des principaux oléagineux tropicaux.

Tableau N°3 **Prix de sésame par rapport aux oléagineux tropicaux et huiles végétales alimentaires**

	PRIX (\$/ TONNE)
Graines de sésame	1050
Graines d'arachide	480
Huile d'arachide	955
Huile de tournesol	505
Huile de soja	235
Huile de palme	292

1.1.3 LOCALISATION DU SESAME A MADAGASCAR :

La culture de sésame n'a pas été essayée systématiquement. À priori, la zone des plateaux devrait lui convenir bien que le sésame n'apprécie pas une trop forte acidité des sols.

Il est possible que les températures très élevées des régions côtières (Sud, Sud-Ouest, Nord) ne soient pas favorables à son développement.

Actuellement, la culture de sésame se trouve dans la côte Est de Madagascar.

1.2. POSSIBILITES DE PRODUCTION DU SESAME BIOLOGIQUE

1.2.1. DEFINITION DE L'AGRICULTURE BIOLOGIQUE:

L'«Agriculture Biologique » est l'expression utilisée en France, au Portugal et en Italie. Pour les pays Anglo-saxons, elle est appelée « Agriculture Organique » et en Espagne « Agriculture écologique ».

L'agriculture biologique est souvent définie comme une agriculture naturelle et organique sans traitement ni utilisation de l'engrais chimique de synthèses.

Les réglementations CEE, 1991, décrivent que l'agriculture biologique est une agriculture basée sur la gestion rationnelle de la fraction vivante du sol dans le respect des cycles biologiques et de l'environnement, pour une production équilibrée, plus autonome, plus économique et non polluante, une agriculture respectant les règles de production définies par de cahiers des charges qui sont de plus en plus précis et détaillés.

Selon Claude Aubert, c'est une « agriculture basée sur l'observation et sur les lois de la vie, qui consiste à nourrir non pas directement les plantes avec les engrais solubles mais les êtres vivants du sol qui élaborent et fournissent aux plantes tous les éléments dont elle a besoin.

L'agriculture biologique est un mode de production basé sur l'activité biologique du sol, sur des systèmes de production aussi diversifiés que possibles, avec une fertilisation essentiellement organique, des rotations longues et variées, des techniques de lutte naturelles.

En fait, en n'utilisant ni des engrais chimiques ni des pesticides de synthèse ni des herbicides ni des engrais solubles (sauf ceux tolérés par dérogation), la prévention joue un rôle primordial dans la lutte contre les ravageurs, les maladies et les plantes adventices. Alors, le respect des cycles biologiques, le maintien de la fertilité par la diversification des cultures et l'utilisation des ressources renouvelables et des matières organiques sont les conditions de viabilité de l'agriculture biologique.

Les produits biologiques doivent être certifiés par les laboratoires spécialisés comme l'ECOCERT et la Nature et Progrès pour avoir leur label de qualité. Ce label garantit au consommateur un produit ayant été cultivé sans produits chimiques de synthèse.

1.2.2. CONTEXTE DE L'AGRICULTURE BIOLOGIQUE :

En 1924, R.Steiner a donné les bases de l'Agriculture Biodynamique qui accorde une importance particulière aux forces telluriques et cosmiques. Il a exposé les principes d'une agriculture fondée sur une approche «anthroposophiques»

En 1928, E. Pfeiffer, à partir de cette anthroposophie, a élaboré et expérimenté la méthode biodynamique dans plusieurs domaines agricoles d'Europe et des Etats Unis.

En 1940, A Howard a publié le «testament agricole » en préconisant le retour vers « une agriculture paysanne ». Ce testament a été renforcé par le magazine « Organic Gardening and Farming » publié par « Rodales Press ». Telle est l'origine du terme « organic agriculture ».

Depuis la fin de la deuxième guerre mondiale, le monde industriel et agricole a utilisé les produits chimiques pour assurer la régularité de la production et lutter contre les parasites. L'emploi sans contrôle des pesticides et des engrais solubles a donné naissance à l'agriculture biologique.

De 1950 à 1970, l'agriculture bio s'est développée progressivement.

De 1970 à 1980, les mouvements écologistes en Europe ont entraîné les consommateurs à prendre conscience d'une grande échelle des pollutions de toute nature, y compris des pollutions relevant de l'emploi excessif de produits chimiques en agriculture.

De 1980 à 1990, l'agriculture biologique est devenue un modèle de production agricole pour respecter l'environnement contre la pollution.

Actuellement, elle est proposée comme solution pour résoudre les problèmes agricoles du sésame.

1.2.2.1. Problèmes des résidus des intrants chimiques :

Les intrants chimiques sont chers et ne sont pas à la portée des paysans. Parfois, à cause d'un problème d'approvisionnement, on ne peut pas les trouver au marché.

De plus, les intrants chimiques sont soupçonnés de laisser des effets toxiques, sur l'homme et sur l'environnement, qui ne sont pas toujours aisés à déceler.

❖ Les pesticides : même s'ils sont des éléments améliorants la productivité en agriculture, ces produits provoquent des effets indésirables comme :

- ❑ les phénomènes de résistance des parasites aux produits ou bien à cause de la destruction des prédateurs ou de l'équilibre biologique.
- ❑ Les restes des résidus laissés dans les chaînes alimentaires sont suspectés d'être cancérogènes.
- ❑ La destruction des microflores du sol et les vers de terre sont des auxiliaires gratuits.
- ❖ les engrais solubles : ces produits sont difficiles à maîtriser à cause du problème de lessivage. Leur apport provoque la diminution de la teneur en matière sèche des végétaux cultivés. Les plantes deviennent très sensibles aux parasites.
- ❖ Les produits phytosanitaires : ces produits ont pour effet d'augmenter le phénomène d'accoutumance des parasites.

1.2.2.2. Problème de l'environnement

La pollution de l'air et de l'eau accentue mondialement.

Les usines qui fabriquent des pesticides, la pulvérisation au moment des différents traitements polluent l'air. De plus, le lessivage des éléments minéraux apportés par les engrais solubles peut entraîner la pollution des nappes phréatiques et des cours d'eau.

A Madagascar, la pratique des feux de brousse, la déforestation entraîne des effets néfastes sur l'environnement.

1.2.3. PRINCIPE, METHODE ET TECHNIQUE DE LA CULTURE DU SESAME BIOLOGIQUE :

En agriculture biologique, il faut associer l'alimentation de la microflore et la microfaune pour obtenir un bon fonctionnement des grands cycles naturels (cycle de l'azote, cycle du phosphore, ...).

1.2.3.1. La fertilisation :

Fertiliser, c'est nourrir le sol avec des matières organiques qui contiennent tous les éléments nécessaires et éventuellement des éléments minéraux favorisant la vie biologique et microbiologique des sols.

La fertilisation a deux rôles essentiels tels que le maintien, l'amélioration de la fertilité du sol et la nutrition de la plante. Il faut donc connaître l'état du sol afin d'établir la composition des éléments fertilisants à apporter pour corriger les carences et la rotation à effectuer.

Deux types de fumure existent en agriculture biologique :

- la fumure organique
- la fumure minérale.

Les engrais solubles sont proscrits car ils sont directement assimilables par les végétaux, ce qui entraînerait un déséquilibre dans leur composition biochimique. Il en résulterait un affaiblissement de leur vitalité qui les rendrait plus sensibles aux parasites.

a) La fumure organique :

Elle entretient et améliore la fertilité et la structure du sol. Elle est transformée par les micro-organismes en humus et en éléments minéraux.

Elle vise à augmenter la teneur en humus, à améliorer la structure du sol, à stimuler sa vie biologique, à lui fournir les éléments nutritifs nécessaires aux végétaux, notamment des oligo-éléments et à augmenter sa capacité de rétention en eau.

La fumure organique est principalement issue de l'exploitation : fumure et engrais vert. Les matières organiques subissent en général un compostage avant d'être enfouies dans la terre, afin d'éviter une décomposition dans le sol qui crée un milieu défavorable aux plantes. Elles stabilisent et renforcent la structure du sol. L'activité biologique décroît nettement si la teneur en matière organique est inférieure à 2,3%. La fourchette normale est comprise entre 3 et 4%. L'apport des matières organiques permet d'augmenter la porosité et la capacité de rétention en eau du sol. Un sol bien équilibré vivant pourra plus facilement humifier une matière organique brute.

* le compostage :

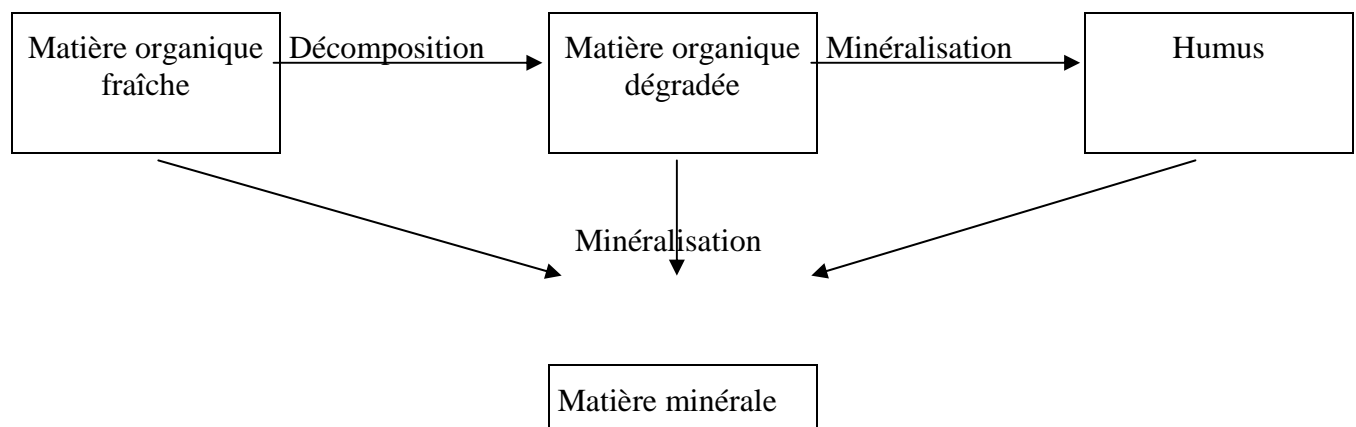
Le compostage est le processus biologique contrôlé de conversion par fermentation aérobie des matières organiques fraîches (biomasse) en un produit stabilisé, hygiénique, riche en composés humiques, semblable à un terreau : le compost.

Composter, c'est à partir de divers sous produits, déchets ou résidus, produire des composts, amendements organiques riches en humus (75 à 90% de la matière sèche finale).

Le phénomène naturel d'évolution spontanée des matières organiques dans le sous-bois, dans le champ ou dans le tas de fumier constitue le principe de base du compostage.

Les paramètres agissant sur le compostage en contrôlant les facteurs physiques du milieu et les conditions de vie des micro-organismes aérobies sont:

- 1) le taux d'oxygène dans la masse en compostage (aération) >10%
- 2) l'humidité du produit 40 à 60%
- 3) la température 30 à 60°C
- 4) la nature et l'état des matières à composter (composition biochimique des matières organiques au départ, pH, et rapport C/N (carbone-azote), présence d'inhibiteurs toxiques) 30/1

Evolution de la matière organique en condition aérobie

Le compost mûr, après tamisage peut être directement utilisé. L'épandage doit se faire avant ou pendant le labour. L'exposition au soleil du compost mûr provoque une minéralisation importante. Pendant la période de pluie, il faut le mettre à l'abri.

* La technique de l'engrais vert

Les engrais verts sont des cultures dérobées ou associées, employées en grandes cultures, maraîchage et viticulture.

Les plantes susceptibles d'être cultivées comme engrais verts sont :

- ❖ les légumineuses qui sont fixatrices d'azote atmosphérique
- ❖ les graminées en association avec les légumineuses vivrières
- ❖ les crucifères à capacité d'adaptation élevée sur des terres pauvres

Leur introduction dans l'assolement n'entraîne donc pas de perte de place pour les cultures principales. Elles sont soit broyées et incorporées dans la partie supérieure de la terre, soit récoltées comme fourrage. Cet enfouissement de la matière verte apporte une nourriture abondante et fermentescible aux micro-organismes du sol.

Les engrais verts ont de nombreux effets bénéfiques :

- enrichissement du sol en éléments nutritifs et oligo-éléments
- stimulation de sa vie microbienne
- amélioration de sa structure
- protection contre l'érosion
- réduction des pertes d'azote par lessivage et donc le taux de nitrates des eaux souterraines
- ameublissement de la couche superficielle du sol plus ou moins profondément par les racines
- meilleure porosité en bonne rétention en eau,
- augmentation de la stabilité des particules du sol par les exsudats racinaires et les micro-organismes de la rhizosphère.

La pratique des engrais verts présente certains inconvénients :

- leur implantation n'est pas toujours en période sèche
- quelques semences sont coûteuses
- la concurrence en eau avec les plantes cultivées

* les engrais organiques azotés

L'azote exerce sur la plante une action énergique, rapide qui se traduit par une belle végétation foncée avec un grand développement des feuilles et des tiges. Il favorise ainsi une activité assimilatrice d'hydrate de carbone intense en aboutissant en une augmentation de rendement.

Les engrais organiques azotés d'origine végétale sont les légumineuses (engrais verts) qui fixent dans les nodosités de leurs racines l'azote atmosphérique. Ceux d'origine animaux sont présentés par le tableau ci-dessous.

Tableau N° 4 **Les engrais azotés utilisés en agriculture biologique**

MATIERE ORGANIQUE AZOTE	TENEUR EN AZOTE (EN MOYENNE)
Fumier de ferme (litière, déjection)	0,4 %
Tourteau	4,7 %
Sang desséché	10 – 13 %
Cornes, sabots	13 – 15 %
Poils et plumes	11,2%

Le fumier de ferme est utilisé pour composter les matériaux lignifiés et cellulosiques. Les autres peuvent être apportés directement au sol.

b) La fumure minérale :

Elle est facilement assimilable par la plante mais qui est proscrite en culture biologique sauf celle autorisée par la réglementation car elle entraînerait un déséquilibre de la composition des végétaux.

Les fertilisants minéraux sont des matières minérales naturelles qui n'ont pas subi une transformation chimique et qui ont une solubilisation difficile et lente. Ce sont des fertilisants d'appoint et non des substituts aux éléments nutritifs recyclés. Ils complètent la fumure organique en apportant à la terre des éléments indispensables : P, K, Ca, Mg, S ... et des oligo-éléments.

- Apport de Phosphore (P) :

Les engrais phosphatés favorisant le développement des racines, des organes jeunes, sont absorbés au cours de la formation et de la maturation des fruits et des organes de réserve. Cet apport est nécessaire au moment de la floraison du sésame.

Tableau N° 5 **Apports de phosphore en Agriculture Biologique**

FERTILISANT	TENEUR EN P ₂ O ₅	CONDITION DE PH	QUANTITES A APPORTER	DATE D'APPORT	COMMENTAIRES
Phosphates naturels d'Afrique du Nord	20 à 30%	Sols acides	200 à 400kg/ha	automne	Convienent parfaitement aux sols acides ou voisins de la neutralité. A éviter en sols calcaires où ils sont très peu assimilables
Phosphal (Phosphate naturel du Sénégal)	34%	Sols calcaires	200 à 400 kg/ha	Automne ou printemps	Phosphates d'alumine calcinés. Convienent particulièrement aux sols calcaires. A éviter en sol très acide (pH inférieur à 6) en raison des risques de toxicité par l'aluminium
Scories de déphosphoration	12 à 16%	Sols acides ou neutres	300 à 600 kg/ha	automne	Peuvent être utilisés en alternance avec les phosphates naturels
Poudre d'os	16 à 20%	Sols acides ou neutres	200 à 500 kg/ha	automne	Excellent engrais phosphaté (origine organique). Malheureusement cher
Hyper barren	20 à 22%	Sols calcaires	300 à 500 kg/ha	automne	Excellent engrais phosphaté (origine organique).

Les scories sont interdites par certains cahiers de charges.

Les apatites ne renferment que 3 à 8% de P_2O_5 .

Les types guanos qui ont une teneur en P_2O_5 de 15 à 17% renferment aussi d'azote minéral (NO_3 , NH_4^+) donc les incorporer aux compostes ou sur engrais.

Une bonne vie microbienne est essentiellement à l'alimentation en phosphore des plantes.

- Apport de Potasse (K)

L'assimilation de potasse K_2O favorise la synthèse des glucides dans les feuilles et leur accumulation dans les organes de réserves, augmente la résistance des végétaux aux maladies, du froid, à la sécheresse et au gel.

Les quantités en potasse solubilisées à partir des réserves du sol et de la roche mère sont en général suffisantes.

Tableau N° 6 **Apport de potasse en Agriculture Biologique**

ENGRAIS	TENEUR EN K_2O	ORIGINE	COMMENTAIRE
Patentkali (sulfate double de potasse et de magnésie)	28 à 30%	Provient d'un minéral, la Kaolinite	<ul style="list-style-type: none"> - source de potassium soluble, sous forme de sulfates ; - contient également du magnésium (8% MgO) limitant l'effet antagoniste avec K - 200 à 400kg/ha
Extrait de Vinasse	38 à 50%	La Vinasse est un sous-produit de la fabrication du vin, se présente sous forme de poudre	<ul style="list-style-type: none"> - source de potassium soluble, sous forme de sulfates ; - à n'utiliser qu'en cas de nécessité et en quantité modérée - 100 à 300kg/ha
Poudre de roche Orthose Porphyre Lave Granite Basalte	0,5 à 10% 9 à 15% 3% 4% 2,5 à 3% 0,5 à 3%	En provenance de minéral broyé dont la teneur en K varie suivant le type de minéral	<ul style="list-style-type: none"> - source de potassium insoluble, sous forme de silicates - aucune risque d'excès mais la mise à disposition de la plante risque d'être trop lente en cas de carence marquée - apport de 1 à 3t/ha ou plus

Les cendres des végétaux contiennent 50% de K_2O

- Apport de Calcium (Ca) :

Le calcium est issu d'amendements calcaires naturels : marnes, craies, calcaires broyés, dolomie ; ou d'une algue marine calcifiée : lithotamne (efficace sur les terres acides) ; ou fournis par certains fertilisant : phosphates naturels, dolomie, hyper barren.

- Apport de Magnésium (Mg) :

Le sol recèle de réserves importantes de 15 à 60 t/ha en magnésium. Son absorption par les plantes se fait grâce aux microbes.

Le magnésium peut être apporté par de dolomie, sulfate de magnésium naturel, lithotamne et des roches siliciques.

- Apport de soufre (S) :

Le soufre peut-être apporté par les matières organiques, par le lithotamne (0,2 à 0,5 %), par le maërl (0,4 à 0,7 %) ainsi que par les phosphates naturels et le poudre de roche.

- Apport des oligo-éléments (B, Fe, Mn, Zn, Cu, Co, Si, ...)

Leur teneur dans les plantes est inférieure à 0,05 % de la matière sèche. Ils sont assimilés par les plantes à l'aide des microbes du sol. Ils sont fournis par les sels de cuivre, de bore, de manganèse, les roches siliceuses, lithotamne. Son apport se manifeste en cas de démarrage en bio sur un sol épuisé ou par manque de restitution minéraux (par excès d'humidité, compactage, excès d'acidité, excès de calcaire).

1.2.3.2. Rotation et assolement :

La rotation est la succession planifiée de plusieurs cultures, année par année, sur une même parcelle donnée. Elle représente un cycle complet entre deux têtes de rotation.

Elle sert à maintenir et à augmenter les réserves humiques du sol, surtout par l'incorporation d'engrais vert dans la rotation. Elle diminue ou même empêche la prolifération des insectes, des maladies et le développement des adventices par la succession des cultures salissantes et nettoyantes.

La rotation concerne :

- le contrôle préventif des maladies et ravageurs (rompre le cycle des parasites)
- l'adaptation aux exigences de la culture en matière organique
- le contrôle des adventices
- l'introduction de plantes correctrices ou améliorantes.

Les principes de base sont :

- un système cohérent qui implique un minimum de 30 % de la surface agricole utile en fourrages cultivés.
- en tête d'assolement, on utilise dans la mesure du possible une prairie temporaire à flore variée dont le rôle est primordial.
- les différentes cultures sont en mesure d'exploiter les ressources du sol de différentes façons et à des degrés différents d'intensité.

Mais dans la pratique, il faut tenir compte de certaines règles. Par exemple, certaines cultures comme les bulbes, les crucifères et le pois ne doivent revenir à la même parcelle qu'après 4 ou 5 ans, ou après 7 à 8 ans en cas d'attaque d'une maladie très grave. La culture de légumineuse doit succéder la culture céréalière pour récupérer la quantité d'azote exportée.

L'absence de rotation provoque :

- une mauvaise utilisation des éléments nutritifs présents dans le sol d'où l'appauvrissement du sol ;
- une intoxication progressive appelée « fatigue du sol » à cause de l'accumulation de toxines sécrétées par la plante ou l'apparition de carences ou de maladies.

L'introduction d'une telle culture androgène (plante piège) peut faire disparaître à terme certains ravageurs comme les nématodes.

1.2.3.3. Association de culture :

Les cultures associées consistent à rassembler diverses végétales dans une même surface pour bénéficier des interactions favorables.

Cette technique permet de mieux occuper l'espace aérien pour une bonne valorisation de l'énergie lumineuse comme l'augmentation du rendement photosynthétique. Elle permet d'abriter les plantes qui n'ont pas besoin ou supportent mal une forte exposition au soleil. Elle sert de mieux gérer la surface en associant des espèces à cycle court et à cycle long et de mieux occuper l'espace souterrain, les racines de différent type et les exigences variées en eau et en éléments nutritifs. L'association de culture augmente la résistance aux maladies et aux parasites, un abri pour les auxiliaires. C'est une meilleure lutte contre les mauvaises herbes, un enrichissement en azote quand on associe les légumineuses, une protection contre l'érosion et le lessivage.

Il faut donc connaître l'écologie de chaque culture afin de bien maîtriser les associations.

1.2.3.4. Le travail du sol :

Selon Pfeiffer, le meilleur engrais utilisé sur un sol mal travaillé perd la moitié de sa valeur.

Un bon travail du sol est un élément fondamental de réussite en agriculture biologique.

Le travail du sol ameublisse et aère le sol. Il permet de :

- créer la structure physique la plus favorable aux cultures à implanter
- favoriser les activités de la partie souterraine de la plante.
- éviter la sortie des insectes en surface après éclosion.
- limiter le tassement du sol.

Le travail du sol doit être généralement superficiel car le retournement profond du sol perturbe l'activité biologique du sol et risque de remonter les couches stériles inférieures. La réalisation ne cherche pas à enfouir les matières organiques fraîches mais de les laisser à subir la pré-humification en milieu aérobie.

En agriculture biologique, les meilleurs « outils » de travailler le sol sont les racines des plantes, les vers de terre, les micro-organismes. On peut leur faire confiance, ils savent travailler en douceur, jour et nuit sans brutalité et les appareils de travail du sol à disques et à dents servent simplement à mélanger bien les matières organiques enfouies (compostage en surface). Donc, la pratique des engrais verts étouffants, des paillages est très

intéressante avant de labourer le sol. L'association des plantes à racines ramifiantes avec les cultures principales a un effet bénéfique pour aérer le sol.

On tente aussi d'augmenter la profondeur de la couche arable par la culture de plante à enracinement profond comme le sésame.

1.2.3.5. Lutte contre les mauvaises herbes :

Les mauvaises herbes qui concurrencent directement aux plantes à protéger doivent être contrôlées au maximum. Le problème devient plus délicat pour les cultures à croissance lente et à faible développement végétatif et de forte densité.

Pour bien contrôler les adventices, les mesures préventives tiennent une place importante :

- rotation : alterner plantes « nettoyages » ;
- correction du sol qui présente des carences spécifiques ;
- nettoyage régulier des bords de champ avant la montée des graines ;
- compostage avec une phase thermophile marquée par les matières organiques susceptibles d'apporter des graines ;
- utilisation de variété à démarrage plus rapide donnant des avantages à la culture ;
- bon labour et bonne préparation du sol avant la mise en culture ;
- pratique du paillage ou mulching ;
- couverture en plastique noir du sol si possible pour inhiber le développement des adventices ;
- faux semis.

Au cours de la campagne, on pourrait pratiquer les méthodes curatives telles que :

- le sarclage et le binage : ce sont des interventions directes pour éliminer les mauvaises herbes mais elles doivent se faire manuellement ou par des appareils spécifiques comme les sarcleuses et bineuses, ...
- le binage thermique : c'est la méthode la plus moderne. Elle permet de détruire directement les adventices par la création du choc thermique. Cette technique est pratiquée avant la sortie de la culture et quand les adventices sont encore jeunes. Son inconvénient est le coût du traitement très élevé.

1.2.3.6. Protection et lutte phytosanitaire :

Les méthodes et les produits pour empêcher et combattre les attaques d'insectes ou d'autres ravageurs doivent être les moins nocifs possibles pour l'environnement et la santé.

A. Principes

- la lutte anti-parasitaire est d'abord préventive en utilisant et en choisissant des variétés résistantes aux agents pathogènes et adaptées au climat et sol, puis en renforçant leur auto-défense naturelle par l'apport de fertilisation équilibré. Enfin, en créant un environnement défavorable aux ennemis des cultures et favorable aux insectes utiles qui luttent contre les ennemis.

- la rotation des cultures permet de limiter naturellement le parasitisme et les maladies.
- la recherche des procédés de lutte pour éloigner les ravageurs et de freiner leur pullulation.
- les traitements préventifs et curatifs sont à base de végétaux et de minéraux.
- Il faut remarquer qu'en cas d'attaque parasitaire, le recours à des produits de synthèse est exceptionnel et limite à des molécules simples et peu toxiques pour l'homme.

B. Mesures préventives :

L'effet favorable observé sur la croissance et la santé des plantes est étroitement lié aux facteurs du climat, du sol et des méthodes culturales.

I – Mesures préventives générales

- Emploi des espèces adaptées et des variétés résistantes : il faut chercher des espèces adaptées au sol et aux climats, des variétés résistantes ou tolérantes aux maladies, des semences saines indemnes des maladies, des virus, des insectes.
- La rotation des cultures : les organismes qui ont profité d'une plante cultivée pour se développer ne sont pas toujours capables de s'attaquer à la culture suivante. Il faut introduire dans la rotation donc des graminées.
- Création d'un environnement favorable à la plante : elle est due par la pratique des techniques culturales appropriées qui favorisent la physiologie optimum de la plante :
 - bonne préparation du sol, structure grumeleuse et aérée
 - activer la vie du sol par des apports organiques (compost, engrais vert, ...)
 - apports des fertilisants équilibrés et raisonnés
 - fortifier les plantes par pulvérisation d'algues, de poudre de roche, de macération de plantes, de cuivre, de soufre.
 - diminution de la densité de plantation pour réduire les risques de maladies si nécessaire.
- les protections et les répulsifs : ils sont destinés à éloigner des plantes, les insectes, les champignons ou les oiseaux par la couverture avec des filets spéciaux ou des filons plastiques de la culture. Le purin d'ortie est un bon répulsif contre certains champignons ; la décoction d'absinthe d'eau contre les pucerons et les piérides.
- Utilisation de diverses préparations à base de végétaux et de minéraux : ces préparations stimulent les moyens de défense des plantes.

Tableau N° 7 **Différentes préparations possibles utilisées pour la lutte préventive**

NOM COMMUN	ORGANISME CIBLES	PREPARATION
Ortie	Pucerons, acariens, chlorose, dues au manque de fer	Purer d'ortie : macérer ou fermenter 1 kg de tiges, feuilles sans graines de la grande ortie vivace dans 10 litres d'eau pendant 1 à 3 semaines, pulvérisation foliaire ou arrosage
Prêle	Champignons, pucerons	Décoction avec 200 à 300 g de matières vertes séchées (tiges – feuilles) dans 10 l d'eau
Absinthe <i>Artemisia absinthum</i>	Pucerons fourmis, piéride, carpocapse	Infusions ou décoctions de 300 g plantes fraîches ou 30 g de plantes sèche dans 10 litres d'eau Ne pas composter
Tanaisie (<i>Tanacetum vulgare</i>)	Fourmis, pucerons, piéride carpocapse, mais la tanaisie exerce une action inhibitrice sur la croissance de quelques plantes	Infusions ou décoctions 10 litres d'eau pour 300 g plantes fraîches ou 30 g de plantes sèche Ne pas composter
Poudre de roches siliceuses ou d'algues marines	Divers insectes et maladies cryptogamiques	Utilisée à faible dose et en poudrage foliaire

Source : Silguy, 1994

II - Mesures préventives spécifiques au sésame

Bactériose

- Eliminer les déchets de récoltes et les parties atteintes, puis les brûles.
- N'utiliser que des semences saines.
- Eviter les excès d'humidité (aérations régulières)
- Travailler les zones atteintes après les zones saines.
- Pulvérisations préventives avec des produits à base de cuivre (effet bactériostatique)

Viroses

- N'utiliser que des semences indemnes
- Choisir des variétés résistantes ou tolérantes
- Eliminer les premiers foyers, brûler les plantes atteintes
- Détruire les pucerons et les autres vecteurs
- Eviter le manque d'eau
- Supprimer les adventices hôtes

Mildiou

- Rotation adéquate des cultures
- Supprimer les premiers foyers
- Semer des variétés résistantes ou tolérantes
- Favoriser une bonne aération de cultures par faible densité de population.
- Fortifier les plantes avec des préparations à base d'algues ou de poudre de roche

Oïdium

- Choisir des variétés résistantes
- Distances de plantations suffisantes
- Favoriser une bonne aération des cultures en évitant d'assécher les feuilles
- Employer suffisamment tôt des produits à base de soufre
- Pulvériser de la bouillie de prêle ou de la chaux d'algues sur les sols et la plante comme mesure préventive

Mouches

- Choisir des parcelles dégagées et bien ventilées, éloignées de broussailles, des champs de maïs, des talus, etc.
- Choisir des parcelles le plus loin possible des surfaces fortement attaquées l'année précédente
- Eliminer les déchets des récoltes atteintes
- Ne pas utiliser de fumier frais qui attire les mouches, mais un compost mûr
- Contrôle des vols au moyen de plaques jaunes engluées
- Butter les jeunes plants pour favoriser la formation de racines latérales.

C. Méthode de lutte :

I. Lutte biologique :

Elle consiste à anéantir un parasite ou un insecte nuisible pour une culture par l'intermédiaire d'un de ses ennemis naturels (insectes prédateurs, virus, champignons, bactéries).

Cette lutte a comme principe de lâcher les prédateurs dès le début d'attaque en condition favorable de température, d'humidité et de nourriture. Le contrôle des insectes nuisibles par les insectes utiles se fait de deux manières :

a) *Par prédation*, ces insectes utiles se nourrissent des œufs, des larves, ou des adultes de l'espèce nuisible des pupes ou des adultes nuisibles, la ponte donne naissance à des larves, qui se nourrissent du ravageur considéré et le détruisent.

b) *Par parasitage* : ces insectes pondent à l'intérieur des oeufs, des larves, des pupes.

Ces auxiliaires naturels ne doivent pas donc nuire :

- éviter les autres interventions (insecticides, fongicides, répulsifs, etc.) qui vont les gêner ; les haies pourraient jouer le rôle des réservoirs naturels d'auxiliaires. La végétation herbacée peut également leur servir de refuge et de nourriture. En effet, au stade adulte, ces insectes fréquentent souvent les fleurs pour leur nectar de leur pollen. Ainsi, les Composées, les Ombellifères, les Papilionacées, les Crucifères, la Phacélie, le Sarrasin attirent ces insectes. On cherchera donc à les favoriser dans les engrais verts ou bien dans la végétation spontanée.

- la technique des plantes relais : on cultive une plante qui héberge un parasite très voisin de celui que l'on redoute. Les auxiliaires vont s'installer sur cette plante que l'on pourra faucher quand le parasite sera arrivé sur la culture. Ainsi, le puceron s'installe très facilement sur la fève qui devient un élevage de coccinelles. Celles-ci pourront être mises à contribution pour maîtriser les pucerons d'une culture voisine.

II. Lutte contre les maladies cryptogamiques :

Ces maladies sont provoquées par des champignons et leur propagation se fait par des spores transportées par le vent ou par le sol ou par l'eau.

Peu de produits sont efficaces quand la maladie est installée. Toutes les mesures préventives seront mises en œuvre, en particulier pour limiter l'humidité. Si nécessaire, une protection de la plante avec des produits autorisés sera envisagée en connaissant la sensibilité de la plante cultivée et les périodes de risques liés au climat.

Le cuivre, le soufre, le permanganate de potasse ont de bonnes efficacités mais causent parfois aussi des phytotoxicités.

D'autres produits comme le silicate de soude ou l'effet de saupoudrage de lithothamne, de magnésie, ... n'empêchent que la pénétration du champignon s'ils sont placés avant la contamination, d'où intérêt de bien connaître les périodes de risque.

III. Lutte contre les maladies bactériennes et virales :

Les produits de traitement des maladies bactériennes étant limités la bouillie bordelaise qui est un sulfate de cuivre neutralisé à la chaux éteinte, contenant 20% de cuivre, et l'oxychlorure de cuivre sont efficaces pour lutter contre ces maladies mais les produits cupriques ont des effets toxiques secondaires sur la faune du sol, en particulier les lombrics.

Les produits de traitement des maladies virales étant inexistantes.

C'est surtout donc par le choix des variétés et par de méthodes prophylactiques qu'il faut rechercher des solutions quand ces deux maladies existent.

IV. Lutte contre les insectes :

1) Les insecticides d'origine végétale

Leur efficacité est bonne mais limitée dans le temps. La principale limite à leur usage est leur polyvalence d'action. Ils sont efficaces sur les parasites et les auxiliaires et leur usage devrait rester limité à des traitements localisés.

a) Les pyréthrine : ce sont des extraits des fleurs de pyrèthre (*Chrysanthemum*). Leur action se fait par contact et provoque la paralysie et la mort rapide des insectes. Le dosage optimal est de 10g de produit actif pour 1 litre d'eau, et elle est utilisée contre les pucerons de cultures légumineuses et contre les insectes des denrées alimentaires. Les pyréthrine sont utilisées au coucher du soleil.

b) La roténone : c'est une extraite de certaines légumineuses tropicales (*Derris elliptica* ou *Lonchocarpus*). Elle agit par le contact sur un grand nombre d'insectes et attaque le système nerveux d'où paralysie irréversible des insectes.

L'utilisation de roténone doit s'effectuer juste avant la tombée de la nuit car ses principes actifs se dégradent au contact de la lumière. C'est alors un insecticide peu rémanent.

c) La nicotine : C'est un alcaloïde de tabac utilisé contre les insectes nuisibles, très efficaces pour lutter contre les pucerons, notamment dans le cas où les feuilles attaquées sont enroulées. C'est un produit très volatile et fortement toxique pour l'homme et les abeilles mais non persistant.

L'action de la nicotine se fait à la fois par ingestion et par inhalation. Le dosage est autour de 0,1 à 0,2 % de produit actif, 150 g de nicotine par hectolitre d'eau. L'emploi de ce produit est interdit 10 jours avant la récolte.

d) Le Quaccia : c'est un arbuste caractéristique de l'Amérique tropicale. Il agit sur un grand nombre d'insectes mais il est moins bon que la roténone.

Tableau N° 8 **Préparations à base de plantes utilisées en lutte biologique**

NOM COMMUN	ORGANISMES CIBLES	PREPARATION
Neem (<i>Azadirachta indica</i>)	Chenilles, coléoptères, criquets, cicadelles, nématodes	Extrait aqueux, huile, tourteau, mélangé au sol
Piment (<i>Capricum frutescens</i>)	Chenilles, coléoptères, pucerons	Extrait aqueux des fruits
Annone ou Pocannelle	Chenilles, pucerons, cicadelles	Poudre, huile de graines
Ail (<i>Allium cepa</i>)	Chenilles, coléoptères, pucerons, champignon (<i>Fusarium sp</i>)	Extrait aqueux des bulbes
Romarin	Insectes du stockage de denrée alimentaire	Extrait de la partie végétale verte ou huile essentielle
Basilic (<i>Ocimum basilicum</i>)	Chenilles, coléoptères, pucerons, moustiques	Feuilles et graines broyées, extraits aqueux des feuilles
Papayer (<i>caricas papaya</i>)	Champignon (mildiou)	Extraits aqueux des feuilles
Tamarinier (<i>Tamarindus indica</i>)	Champignons	Extraits aqueux de feuilles et fruits
Amaranthe (<i>Amaranthus sp</i>) ou Anampatsa	Champignons (<i>Botrytis sp</i>)	Extraits aqueux de la plante entière
Citronnelle (<i>Cymbopogon citratus</i>)	Mouches, moustiques	Huiles, extraits des feuilles
Tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i>)	Chenilles	Extraits aqueux des feuilles fraîches
Tagète (<i>tagetes erecta</i>) ou Mavo adala	Nématodes, pucerons	A planter dans le sol infesté, extraits aqueux de la plante
Anacarde (<i>Anacardium occidentale</i>)		Extraits aqueux de coques des noix
Mangue (<i>Mangifera indica</i>)	Pucerons	Extraits alcooliques des feuilles
Goyave (<i>Psidium guyava</i>)	Pucerons	Extraits alcooliques des feuilles

Source : *Formabio*, 1995.

2) Les insecticides microbiologiques

Ces produits transmettent une maladie à l'insecte visé

a) Bacillus thuringiensis qui est sous forme de poudre mouillable, dans le commerce, appliqué en pulvérisation. C'est un biopesticide, spécifique des larves de Lépidoptère, efficace sur les chenilles.

Le traitement provoque la mort des larves par ingestion, deux jours après le traitement son utilisation est autorisée jusqu'à la récolte.

b) Champignons nématophages. Ce sont des champignons qui se développent dans le sol et qui ont la propriété de former des organes pour capturer les nématodes. Pour être efficace, ces champignons doivent être utilisés dans les conditions favorables: sol riche en matière organique, pH voisin de la neutralité, température autour de 20°C. Ex : Trichoderma : champignon antagoniste, de pathogènes nématodes.

c) Virus : les virus sont aussi utilisés pour lutter contre les ravageurs des cultures comme le virus de la granulose : carpovirusine : spécifique de carpocapse.

3) Les insecticides minéraux

- Le savon insecticide appelé « le savon noir » et l'alcool à brûler est un savon fabriqué à base de potasse (cendre) et du corps gras à l'exclusion de l'huile de palme. Le dosage d'utilisation est de 1 à 2 %. Ce savon agit par contact mais n'a pas d'effet résiduel.

- Les huiles appelées 'les huiles blanches de pétrole » ou « huiles de paraffine », agissant par asphyxie des œufs des insectes, de formes hivernantes d'acariens et des cochenilles, sont employées avec un dosage maximum suffisant de 2% de matière active en mélangeant avec de l'eau. Elles ont un effet répulsif aussi contre les aleurodes de serre, les rouilles et les oïdiums.

4) Procédés physico-chimiques :

- Filets agrotextiles : c'est d'établir une barrière mécanique entre les insectes et la culture à protéger.

Par exemple : tissu, textile, voile, filet.

Dans ce cas, les insectes sont empêchés de piquer, de pondre.

- Attractifs alimentaires : c'est l'emploi de produits ou des substances alimentaires (sucre, vinaigre, hydrolysate de protéine, ...) qui attirent les insectes, même les insectes utiles.

- Attractifs physiques : c'est l'utilisation de lumière, piège jaune ou bleu englué qui attirent un grand nombre d'insectes.

- Attractifs chimiques : c'est l'emploi de phosphate d'ammoniaque et de métaldéhyde.

- Intervention directe : c'est le ramassage direct des insectes nuisibles et on les détruit après.

V. Lutte contre les parasites du sol :

La rotation de cultures adéquates, le labour ou le billonnage pendant la période sèche et chaude pour exposer au soleil ces parasites, la pulvérisation du sol sont meilleurs pour lutter contre les parasites du sol.

1.2.3.7. L'agriculture biodynamique

Le mot « biodynamique » vient de deux mots grecs :

Bios = vie

Dynamique = énergie

Ce type d'agriculture respecte les règles de l'agriculture biologique et met en œuvre des processus biologiques et des processus dynamiques de la nature.

Objectifs de l'agriculture biodynamique

D'après Silguy, « ses objectifs sont de vivifier les sols et les plantes en faisant intervenir des moyens pour rénover les forces vitales affaiblies et de favoriser l'harmonie et l'équilibre de toutes les forces naturelles ».

Influences de la lune et des constellations

Les biodynamistes cherchent à mieux connaître les rythmes de la nature entre la terre, le ciel, l'eau et l'atmosphère : rythmes cosmiques, rythmes des saisons, rythme de la journée (Silguy).

Les périodes de travaux sont choisies en fonction des cycles lunaires, de la position des constellations mais aussi du moment de la journée.

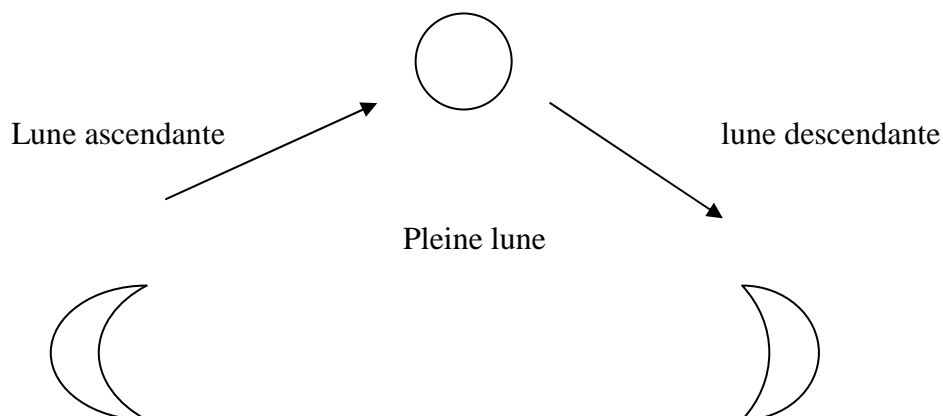
a) Lune ascendante

Pendant cette période, les sèves des végétaux tendent vers le haut et la périphérie (produits plus nutritifs et mieux conservables).

Il vaut mieux donc effectuer :

- le semis : germination plus rapide et donnant des plantes plus robustes.
- meilleur prélèvement de greffe et greffons riches en sève.
- les récoltes des parties aériennes des plantes (graines, feuilles, tiges, écorces).

Le moment favorable pour effectuer ces travaux est le matin.



b) Lune descendante

A ce moment, la sève redescend dans les racines (germination des adventistes limitées et vie microbienne stimulée).

Les travaux possibles pendant cette période sont :

- période pour bêcher, labourer et herser la terre
- apport de fumure, d'amendements ou de compost
- enfouissement des engrais verts
- repiquage
- taille de formation et d'entretien des cultures (si possible en automne)
- temps des plantations, des bouturages et des transplantations
- propice à la récolte des parties souterraines des plantes (si possible au printemps). L'après-midi est le moment favorable.

Les rayons cosmiques sont captés par la terre avant d'agir sur les diverses parties de la plante. « La terre aspire de 3 heures de l'après-midi à minuit. Puis après une rétention de 3 heures, elle exhale son souffle de 3 heures du matin à midi ; cette expiration est suivie d'une nouvelle période de rétention » (Silguy).

Préparations biodynamiques :

Dans le livre intitulé « Guide pratique de la méthode biodynamique en agriculture », il est écrit que « on doit considérer les préparations de petites batteries chargées de forces vitalisantes qui lorsqu'on les mêle au compost, au fumier et au purin ou lorsqu'on les mélange à de l'eau pour les pulvériser, restituant leurs énergies au milieu ambiant. Ce sont ces actions qu'on appelle « dynamiques ». Elles provoquent des réactions biologiques.

- les biodynamistes inoculent du basalte et des préparations végétales (achillée millefeuille, la matricaire camomille, la grande ortie, écorce de gros chêne, fleurs de pissenlit et de valériane officinale) qui agiraient comme catalyseur pour régulariser la fermentation en créant des conditions de vie favorables aux micro-organismes et des conditions de fixation de l'azote.
- Pour l'enracinement des plantes et leur développement foliaire, les biodynamistes utilisent la bouse de vache, les cristaux de quartz ou de feldspath en poudre, basalte et coquille d'œuf broyée (pouvoir antiradioactif).

Avant utilisation, ces diverses préparations sont redynamisées par brassage dans l'eau pour libérer les forces de vie.

Possibilité d'application de l'agriculture biodynamique en sésamiculture :

Pour ce faire, pendant la lune ascendante, il est envisageable de réaliser le semis et la récolte et les restes des travaux sont au moment où le cycle lunaire est descendant.

1.2.4. RECONVERSION DU SESAME CONVENTIONNEL EN SESAME BIOLOGIQUE

La conversion est la période pendant laquelle les principes de la production biologique sont mis en oeuvre sur les parcelles. (25)

La reconversion d'une parcelle est la phase pendant laquelle celle-ci est cultivée avec des méthodes biologiques. Cette période correspond au « délai de carence » nécessaire à la disparition des résidus indésirables dans les terres.

Le règlement européen a retenu une durée de conversion de 2 ans, c'est-à-dire que seuls les produits de troisième récolte, après l'arrêt de l'utilisation d'intrants chimiques peuvent se prévaloir d'une mention « agriculture biologique ».

Les sols conventionnels ont des teneurs en éléments nutritifs plus élevés et une activité biologique plus faible que les sols en agriculture biologique. Cette activité biologique augmente régulièrement au cours de la reconversion pour atteindre un équilibre au bout de quelques années.

Au cours de la reconversion, il faut créer :

- l'équilibre entre plante et sol par l'apport de matière organique afin de reconstituer les humus dans le sol.
- l'équilibre entre sol-plante-environnement comme la plantation des haies. Cette équilibre est très recherchée pour les parcelles fortement traitées et celles recouvertes par des adventices.

Financièrement, le coût de l'exploitation est modifié par de nombreux investissements tels que l'achat de matière organique et matériel de culture, plusieurs équipements pour le stockage de céréales, frais d'approvisionnement et de livraison, coût des produits de traitement. Il faut donc assurer le débouché du produit à un niveau de prix garanti et sélectionner au mieux les candidats.

1.2.5. REGLEMENTATION ET CONTROLE

a) La France est le premier pays à mettre en place une certification officielle pour les produits de l'agriculture biologique.

- Les textes de base

Loi d'orientation de 1980 : « les cahiers de charges définissant les conditions de production de l'agriculture n'utilisant pas de produits chimiques de synthèse peuvent être homologués par arrêté du Ministère de l'Agriculture.

Loi de décembre 1988 : « l'appellation « agriculture biologique » est désormais réservée aux seuls produits élaborés selon les règles d'un cahier de charges homologué. Tous les maillons de la chaîne, du producteur au consommateur sont pris en compte ». Elle précise que « sera puni des peines prévues à l'article premier de la loi du 1^{er} Août 1905 sur les fraudes et falsifications en matière de produits et service.

- La Commission Nationale de l'Agriculture Biologique (CNAB)

Cette commission est une instance tripartite composée de représentants du pouvoir public, de professionnels du secteur biologique ou non et de consommateur.

Elle a plusieurs missions comme :

- L'élaboration des règles d'homologation des cahiers des charges par grands secteurs de produits ;
- L'instruction à l'examen des dossiers de demande d'homologation des cahiers des charges et la formulation d'un avis à leur propos, destiné au Ministère chargé de l'agriculture et au Ministère chargé de la consommation.
- Des propositions sur des mesures susceptibles de contribuer à l'amélioration des méthodes de production mises en œuvre et de leur contrôle.

La commission a adopté les cahiers des charges suivants les produits.

- Les cahiers des charges

Ce sont des ensembles des règles qui régissent le mode de production biologique des produits agricoles.

Chaque cahier des charges est homologué par arrêté conjoint du Ministère chargé de l'agriculture et du Ministère chargé de la consommation, après avis de la CNAB.

Les cahiers des charges étrangers sont strictement et inadaptés aux conditions locales de Madagascar. De plus, des produits locaux pour la fertilisation et pour les traitements qui pourraient se trouver à Madagascar ne sont pas inscrits dans les cahiers des charges étrangers d'où la nécessité d'un cahier des charges malgache.

- Le logo officiel

Il donne aux consommateurs des garanties sur l'origine des produits qui se prévalent de l'appellation « Agriculture biologique ».

- La reconversion

La période de reconversion pour 2 ans peut être prolongée ou réduite, compte tenu de l'utilisation des parcelles, sur autorisation de l'organisme de contrôle après agrément de la CNAB.

- Les contrôles : le contrôle est une opération qui consiste à visiter l'exploitation agricole et/ou l'entreprise de transformation et/ou d'exportation dans le cadre de la réglementation en vigueur.

Ils sont effectués par les fournisseurs, producteurs, transformateurs, distributeurs, grossistes, détaillants.

b) Dans la CEE, en 1988, elle avait annoncé son intention de prendre des initiatives en vue de garantir :

- Le meilleur équilibre entre l'offre et demande, protection de l'environnement et maintien de l'espace rural ;
- Une concurrence loyale entre producteurs ;
- Une information adéquate des consommateurs ;
- La libre circulation des produits concernés.

La période de reconversion étant fixée à 2 ans.

1.2.6. TRANSFORMATION, COMMERCIALISATION, CONSOMMATION :

1.2.6.1. Transformation

L'outil de transformation doit être performant et respecte strictement les règles spécifiques établies par la CNAB : origine des matières premières, les procédés de fabrication, de conservation et de conditionnement.

a- Les agriculteurs transformateurs

Si possible, afin d'augmenter la valeur ajoutée de leurs productions, des agriculteurs transforment eux-mêmes une partie de celles-ci. Pour le cas de sésame, on commercialise les farines et les huiles.

b - Entreprises de transformation

Pour les céréales, la filière de transformation et de distribution est relativement bien organisée car leur spécificité facilite le regroupement, le stockage et le transport. Cependant, la durée de conservation ne peut être aussi longue que pour les céréales conventionnelles, faute de traitements pour les préserver des ravageurs.

c - Organisations de transformateurs :

Quand les produits sont préparés à partir de matières provenant de producteurs liés à divers groupements et cultivés selon les règles de plusieurs cahiers de charges, les produits ne peuvent être vendus avec la marque de tous les producteurs et c'est celle du transformateur qui est apposée.

Ces organisations gèrent leurs cahiers de charges, apportent des informations et des conseils, notamment sur les règles à respecter, les emballages et les étiquetages, réalisent des enquêtes préalables aux adhésions et assurent la promotion des produits de leurs adhérents.

Remarque : il est à noter que jusqu'à maintenant, les sésames bios se vendent directement sans transformation.

1.2.6.2. Commercialisation :

Les gérants des entreprises exigent en général de produits dont l'aspect et l'homogénéité sont identiques à ceux du marché courant. Pour les produits bios, il y a plusieurs modes de ventes :

- la vente directe aux consommateurs
- au marché
- grossistes
- les magasins spécialisés
- grande distribution aux grandes et moyennes surfaces.

Les pays exportateurs du sésame bio sont : Belgique (société TROPEX), Burkina, région Bobo Dioulasso, Togo et Sénégal.

1.2.6.3. Consommations :

Dans les pays occidentaux, les produits de l'agriculture biologique représentent une fraction très marginale de l'alimentation. La part de produits issus de l'agriculture biologique pourrait atteindre 5% du marché de l'agro-alimentaire.

Par rapport aux denrées alimentaires courantes, les prix des produits biologiques seraient en moyenne le double dans les magasins spécialisés et les grandes surfaces, voire le triple sur les marchés.

Les Européens sont les grands consommateurs des sésames biologiques.

1.3. LES PRODUITS DERIVES et/ou TRANSFORMES OBTENUS A PARTIR DU SESAME

1.3.1. HUILES

Les graines de sésame fournissent une huile de haute qualité alimentaire qui, si ce n'était pas à cause de son prix de revient élevé, pourrait concurrencer les huiles de carthame et de maïs dans certaines applications industrielles. C'est la seule huile végétale dépourvue d'activité œstrogène. Les graines donnent jusqu'à 60% de leur poids en huile épaisse et ambrée.

a) L'huile de sésame pourrait extraire par plusieurs méthodes :

1.3.1.1. Extraction artisanale :

- La pierre légère appelée « la pierre à oléagineux » a transformé les graines oléagineuses en pâte qui peut être avec les légumineuses où l'on peut extraire l'huile.
- Une petite pierre ronde appelée « l'enfant de la pierre » sert aussi à écraser les graines oléagineuses.

1.3.1.2. Extraction industrielle :

L'extraction industrielle est exécutée en trois extractions successives :

- Première extraction à froid : donne d'huile comestible, claire et doré qui est utilisée en cuisson, en margarinerie, cosmétique et solvant en médecine.
- Deuxième extraction à chaud : on obtient l'huile foncée mais qui est fort estimée en cuisson orientale
- Troisième extraction à chaud : on extrait d'huile de savonnerie.

1.3.1.3. Extraction par complexométrie indirecte de Mg II :

Dans cette méthode, les graines broyées sont saponifiées par reflux avec une solution alcoolique de potasse. Après filtration, la dissolution amenée au pH convenable est additionnée de sulfate de Magnésium. Le précipité des sels magnésiens des acides gras est séparé et l'excès de Mg présente dans le filtrant est dosé par L'EDTA avec le noir d'Enochrome T comme indicateur. Les résultats sont parfaitement reproductibles et la méthode est plus rapide que l'extraction pour un solvant (méthode industrielle). On peut opérer sur des échantillons humides.

Il faut remarquer que l'exsudation à froid donne l'huile condimentaire.

b) Méthode de conservation :

On tient l'huile de sésame au froid et dans un endroit obscur.

c) Types d'huile :

- Huile européenne :
Presser à froid, on obtient d'huile de couleur légère et a un goût de noisette.
- Huile de sésame en Asie :
Elle est faite pour rôtir ou griller. On obtient d'huile foncée
- Huile de sésame en Moyen-Orient :
Elle est moins savoureuse que l'huile de sésame en Asie avec de couleur dorée.
Ces huiles sont aromatiques et capables de résister à haute température.

d) Les pays consommateurs

Plusieurs pays consomment l'huile de sésame notamment :

- L'huile douce, presque inodore, rancissant difficilement, est fort estimée des arabes.
- En France, on consomme l'huile pure, mais on s'en sert aussi pour la falsification de l'huile d'olive et la fabrication de savon.

1.3.2. LES PATES ALIMENTAIRES (protéines ou farine de sésame)

L'absence d'avoir les moyens de compléter les protéines en alimentation infantile est un problème majeur pour le développement des pays (Jansen et Huffman).

La farine de sésame est utilisée pour compléter le besoin en protéine infantile car 8g de sésame contient 2g de protéine et 4g de graisse, et 25g de sésame renferme une quantité de protéine identique à celle d'un verre de lait de vache.

En Egypte, l'aliment optimum pour les enfants après sevrage (plus de 6 mois) contient :

23 – 39 %	farine de froment
19 – 35 %	farine de « cowpea »
15 – 22 %	farine de sésame ou graines de sésame
5 – 15 %	poudre de lait délipidé
7 – 9 %	huile de graine de coton
5 %	sucre

1.3.3. EPICES :

Puisque les capsules ont tendance à éclater, les graines de sésame destinées en épice sont récoltées encore vertes, pas mûres, nettement contenues dans les gousses.

Tableau N° 9 Caractéristiques de ces épices de sésame

EPICES	GOUT	NATURE	ACTION POST DIGESTIVE	DETAILS	PROPRIETES ET ACTIONS
Graines de sésame	Douce, amère et astringente	Chaude	Piquante	Excellente saveur encore plus forte lorsque les graines sont rôties dans un poïlon	Améliore la digestion Bonne pour le diabète Augmente bile et vent Soulage le phlegme Légère, onctueuse et grasse
Huile de sésame	Douce	Chaude	Piquante	Saveur de noix	Augmente la bile Diminue le vent Assez bonne pour le phlegme Stimule l'appétit et l'esprit

- Le vent

Le vent siège dans le gros intestin, la cavité pelvienne, les os, la peau, les oreilles et les cuisses. Il gouverne tout ce qui est mouvement biologique, respiration, mouvements des muscles et des tissus, les pulsations du cœur, les impulsions des cellules nerveuses, les clignements des yeux, les tremblements et les spasmes ... Le vent gouverne les émotions telles que la gaieté, mais aussi la peur, la nervosité, l'anxiété, la douleur, les tremblements.

L'activité normale du vent est perturbée par trop d'exercices, des veillées prolongées, trop de marche à pied, une alimentation riche en aliments piquants, chauds, acides ou caustiques, un temps nuageux ou pluvieux.

- La bile

La bile a son siège dans le sang, la graisse, les yeux, l'intestin grêle, l'estomac et elle gouverne la digestion, l'assimilation, le métabolisme, la température du corps, la coloration de la peau, l'éclat des yeux. Elle gouverne aussi l'intelligence et des émotions telles que la colère, la haine, la jalousie.

L'activité normale de la bile est perturbée par les aliments gras, les boissons fermentées, la peur, la colère. Il faut éviter les aliments chauds, épicés et piquants.

- Le phlegme :

Le phlegme a son siège dans la poitrine, la gorge, le nez, les sinus, la bouche, l'estomac, le cytoplasme, les diverses sécrétions du corps. Il gouverne la force biologique et la résistance naturelle des tissus du corps ainsi que des émotions telles que l'avidité, l'attachement, l'envie, le calme et le pardon.

L'activité normale du phlegme est perturbée par le temps hivernal, le manque d'exercice, la paresse, un usage immodéré de céréales, des repas trop rapprochés.

1.3.4. SYNERGIE D'UN INSECTICIDE VEGETAL : LE PYRETHRINE

L'huile de sésame est synergiste des pyréthrine, au cours de la seconde Guerre Mondiale. Parmi les 35 huiles végétales mélangées avec les pyréthrine en solution dans le kérosène, l'huile de sésame seule avait considérablement augmentée la toxicité des pyréthrine vis-à-vis des mouches. La sésamie était le principe actif de l'huile.

La valeur synergiste des échantillons d'huile de sésame varie d'une manière considérable selon leur taux de sésamie (taux normal 1 %)

Des huiles dont la sésamie avait été éliminée ont donné toutefois une légère augmentation du taux de mortalité des mouches. On a conclu que si la sésamie reste le constituant responsable du synergisme, divers facteurs secondaires intervenaient.

La présence de mucilage dans l'huile de sésame n'affecte pas ses propriétés activantes.

La mesure du pouvoir rotatoire de l'huile de sésame (dû à la sésamie) est apparue comme une méthode plus rapide et efficace que le test biologique pour la détermination de l'activité synergiste.

1.3.5. ALIMENTATION DU BETAIL

Les feuilles et les tiges du sésame sont riches en protéine

- les feuilles sèches contiennent 20 – 29% de protéine
- Les tiges renferment 4 à 11% de protéine

Pour 1 hectare, on a 1,4 t de feuilles sèches et le teneur en protéines des feuilles et des tiges atteignent 0,5T/ha. On les utilise comme des fourrages.

Les tourteaux pressés sont un bon aliment pour le bétail si toute l'huile en a.

Le tourteau résiduaire a une grande valeur pour l'alimentation des vaches laitières et dans l'engraissement des animaux. Il contient 5 à 14% de graisse et environ 25% de matière protéique.

Prenons l'exemple de l'effet de la teneur en protéine de rations à base de soja ou de sésame sur la croissance du lapin.

Dans toutes les rations, les protéines ont été apportées uniquement par du tourteau de soja (11 à 29% de protéines) ou du tourteau de sésame (13 à 25% de protéines). Pour les deux types de protéines, la croissance est améliorée jusqu'à un seuil de 17 – 18% de protéines.

Résultat :

L'indice de consommation est amélioré avec le soja jusqu'aux environs de 18 – 20% de protéine. En revanche, avec le sésame, l'indice de consommation a été pratiquement constant pour les taux de protéines varient de 13 à 25%.

1.3.6. PARFUMERIE – MARGARINERIE – SAVONNERIE :

L'extraction de l'huile se fait à partir de graines nettoyées par trempage pour dissoudre le pigment qui colorait l'huile. L'amande séchée est ensuite pilée avec un peu d'eau bouillante pour en faire une pâte qui donne de l'huile par pression. Cette huile est utilisée ordinairement dans la margarinerie et en parfumerie comme huile d'enfleurage pour l'extraction de certains parfums et pour la confection de savon.

L'extraction à chaud ou par solvant donne une huile industrielle utilisée aussi en margarinerie, en savonnerie et pour la préparation de peinture.

Extraite par un alcool, l'huile trouve usage en pharmacie et dans la préparation d'insecticide.

1.3.7. CONFISERIE ET PATISSERIE :

Les graines de sésame sont utilisées directement ou entrent dans la confection de pâtisserie ou de confiseries diverses.

A Java, on en met dans les gâteaux, les friandises et les potages.

En Egypte, on mélange les grains torréfiés de sésame avec du sucre pour incorporer aux pâtisseries. Les proportions en lipides, glucides et protides sont celles d'un aliment presque complet.

1.3.8. PROPRIETES MEDICINALES :

1.3.8.1 – Utilisations cosmétiques : émollient

L'huile de sésame est riche en acides gras essentiels, importants dans le maintien de l'intégrité du tissu cutané. Elle est restructurante car ses acides gras se comportent comme des contre-types des lipides cutanés et se fondent dans le stratum corneum. Ceci lui confère des propriétés émollientes puisque l'épiderme restructuré permet un meilleur maintien de l'hydratation cutanée. L'huile de sésame participe en formulation à la composition de la phase grasse et sert de base à la fabrication de savons et de détergents comme la quasi-totalité des huiles d'origine végétale. Ces propriétés font de l'huile de sésame un excellent actif dans :

- des produits pour le corps (huiles solaires, huiles de bain) ;
- des produits pour le visage destinés aux peaux normales et sèches ;
- des crèmes hydratantes pour le contour des yeux ;
- des crèmes nourrissantes pour les peaux matures ;
- des crèmes pour les mains ;
- des baumes à lèvres.

Dose d'utilisation :

L'huile de sésame peut-être utilisée dans tout produit cosmétique fini comme actif ou support de la phase grasse, sans limitation de proportion.

1.3.8.2 – Utilisations traditionnelles :

Les Chinois, dès le VIII^{ème} siècle avant Jésus Christ utilisaient les graines de sésame contre les piqûres d'insectes et les brûlures mineures en réduisant en poudre grossière 3 cuillerées à soupe de graines de sésame, à l'aide d'un mortier ou d'un rouleau, à pâte mouillée de quelques gouttes d'eau pour former une pâte qu'ils étendaient sur la région affectée.

Sept siècles plus tard, le Chinois s'aperçut que la salive contenait des éléments guérisseurs. Aussi, ils réduisent le processus en mâchant quelques graines qu'ils appliquaient ensuite directement sur le visage, la tête ou le cou ou toute autre région affectée en maintenant le sésame mâché à l'aide d'une gaze ou d'une bande adhésive.

Aujourd'hui, il est entendu que l'on ne croque pas des graines de sésame comme des bonbons mais, quelques pincées sur les aliments et la médecine sera assimilée au repas. Il est entendu que la modération est de rigueur.

- Agit sur le système nerveux (céphalique)

On utilise des natures ou d'huile égyptienne.

Masser légèrement la région de la nuque et les tempes avec quelques gouttes d'huile.

- Coagulante

On utilise les graines natures :

Encore mal connue, la vitamine T trouvée dans les graines de sésame pourrait jouer un rôle dans la coagulation du sang.

- Enlève la cire dans les oreilles par l'huile

En Egypte, on utilise l'huile de sésame pour enlever l'accumulation de cire dans les oreilles lorsqu'elle forme un bouchon compact difficile à extraire au moyen d'une ouate. L'huile fait ramollir le bouchon de cire et permet ensuite de l'enlever de façon régulière.

Préparation et mode d'utilisation :

- 1) faire chauffer de l'huile du sésame au bain-marie quelques secondes à peine pour la tiédir
 - 2) verser quelques gouttes dans l'oreille à l'aide d'un compte-gouttes (vérifier la température de l'huile sur le poignet pour éviter toute brûlure)
 - 3) laisser agir 1 ou 2 minutes et nettoyer comme à l'ordinaire
- Facilite la circulation sanguine par nature
 - Soulage l'artérite par l'huile ou par l'huile égyptienne
 - Soulage le sciatique par l'égyptienne en massant légèrement le bas du dos et toute la jambe en suivant le nerf sciatique avec quelques gouttes d'huile.
 - Soulage les névralgies en utilisant l'huile égyptienne. On masse légèrement la région endolorie avec quelques gouttes d'huile.
 - Pour soigner la toux, les expectorations purulentes et les pleurésies, on mélangeait le sésame au miel.
 - Avec de l'eau et du miel, on utilisait le sésame en cataplasmes pour calmer l'inflammation des testicules.
 - Mêlé le sésame au miel et aux figues, il était employé dans les maladies articulaires.

Recettes médicinales

* Nature :

C'est les graines de sésame.

* Huile égyptienne

- râper deux morceaux de racine de gingembre sur une râpe fine ;
- mettre dans un coton fromage ou une mousseline et presser pour en extraire tout le jus possible, soit 1 à 2 cuillerées à soupes
- ajouter 3 cuillerées à soupe d'huile de sésame et une demi-cuillerée à thé de jus de citron

* Huile :

- faire chauffer deux heures, au bain-marie 30g de graines de sésame dans 250ml d'huile d'olive ou de noisettes
- laisser refroidir et filtrer,
- embouteiller et conserver à l'abri de la lumière ;
- masser légèrement la région endolorie avec quelques gouttes d'huile.

1.3.8.3 – Utilisation en médecine moderne :

La graine de sésame est la source de tocophérol ou Vitamine E, antioxydant pour gérer la formation de nitrosamines, produit chimique qui cause de cancer. La vitamine E protège la doublure ou la garniture du poumon contre l'effet de l'air pollué et retarde la détérioration des cellules du corps.

CONCLUSION

Grâce à ses plusieurs utilisations des produits transformés ou non à partir du sésame, sa production mondiale ne cesse de croître de même son exportation. Ce produit est donc très nécessaire mondialement.

A Madagascar, même si sa culture n'est pas encore appliquée systématiquement, l'introduction des méthodes agrobiologiques pourrait être possible car la plupart de sols cultivables de Madagascar ne sont pas encore imbibés des produits chimiques.

- Partie II : ETUDE AGRONOMIQUE ET ANALYTIQUE DU SESAME

Dans cette partie, nous allons voir d'abord la morphologie, la physiologie et les techniques culturales du sésame et ensuite son étude analytique.

II.1. LE SESAME

2.1.1. GENERALITES

2.1.1.1 – Historique et origine de la plante :

Nous ne connaissons pas, avec certitude, le pays d'origine du sésame sauf le genre Sesamum indicum, originaire d'Asie.

Immortalisé par les Contes des Mille et une Nuit, les graines de sésame ont joué un rôle dans le quotidien et le sacré depuis des temps immémoriaux.

En Chine, le sésame est connu depuis 2000 ans mais sa première mention date du Vème siècle.

En Mésopotamie, on retrace sa culture 1600 ans avant Jésus Christ, mais son introduction remonte à 3000 ans avant notre ère. C'est un symbole d'immortalité en Inde et une valeur commerciale : les marchands l'exportent en Europe par la Mer rouge.

Thiophraсте et Dioscoride parlaient d'une plante appelée « sésame » par les Egyptiens et que, selon Pline, elle viendrait de l'Inde. Mais le nom aurait une origine « simite », « sensem » ou « simsim », et serait une plante importée en Egypte par les Hébreux, qui la tenaient eux-mêmes des Babyloniens.

D'après une légende Indienne, le sésame aurait été créé par Yama, dieu de la mort, après de longues pénitences... c'est d'ailleurs le sésame qui est spécialement utilisé dans les cérémonies funéraires et expiatoire en Inde. Il est symbole d'immortalité et représente le principe de la vie.

Dans les funérailles indiennes, lorsque le corps a été brûlé, les assistants se baignent dans la rivière voisine et laissent deux poignées de sésame sur le rivage, comme le symbole de vie éternelle offerte au trépassé.

Le sésame revient souvent dans les proverbes indiens ; mieux vaut, tout petit qu'il est, un demi-grain de sésame qui nous appartient, qu'une nourriture copieuse dans la maison d'autrui.

Il joue aussi un rôle dans les contes populaires « sésame ouvre-toi » est la formule magique d'Ali-Baba. C'est le pouvoir légendaire de cette plante de révéler les trésors cachés. Dans ce petit grain se cache des mondes et tous les secrets de la magie.

Plus tard, on retrouve la culture du sésame en Perse et en Egypte dont une partie de la production est chargée sur des felouques à destination des ports d'Italie pour assaisonner l'alimentation quotidienne.

Le sésame est une plante annuelle, herbacée des pays tropicaux et subtropicaux, cultivé pour l'huile qu'on extrait de ses graines.

Les graines de sésame font partie de la cuisine populaire des Grecs et des Romains. En Chine, on se sert de l'huile de sésame dans les lampes.

Cultivé en Afrique, les esclaves du temps de la traite l'emportèrent aux Etats-Unis.

De nos jours, le sésame est très souvent très cultivé et son utilisation est sans conteste.

2.1.1.2. Systématique et variété :

Le genre « Sesamum » regroupe plus de 36 espèces dont un certain nombre donne des produits très reconnus au monde.

Le sésame appartient à :

Embranchement	: Gymnospermes
Sous-embranchement	: Angiosperme
Classe	: Dicotylédones
Sous-classe	: Métachlamydées
Ordre	: Tribiflorales
Sous-ordre	: Solaninées
Famille	: Pédaliacées
Genre	: Sesamum
Espèce	: indicum

Il existe une gamme importante de variétés. La variété idéale associerait les caractères de couleur des grains (les graines claires ont la meilleure valeur commerciale) ainsi que de leur dimension, une bonne vigueur au stade précoce, une bonne architecture peu ramifiée, une première fleur s'épanouirait au 8^{ème} nœud, une bonne résistance aux maladies, aux insectes, aux excès d'humidité, à la sécheresse et à la verse, une maturation simultanée des capsules. Il y a aussi des variétés facilement déhiscents, très productives et les variétés non déhiscents.

2.1.1.3. Dénomination

Suivant les pays, plusieurs appellations pourront-être données le sésame.

Tableau N° 10 : **Dénomination du sésame**

PAYS	DENOMINATION
Grec	Sesamon
Arabe	Simsim
Inde	Aponjoli
Afrique	Ngbikpara
	Ngbindia
Europe	Sere
France	Sésame
Japon	Koba
Anglais	Benne
	Benniseed
	Gingelly
	Sim Sim
	Sesame
Chine	Moa
Malais	Widjin
Asie	Tila
Madagascar	Voamaho
	Voamà

Source : Auteur

2.1.2. MORPHOLOGIE DE LA PLANTE

Le sésame est une plante annuelle, gamopétale. C'est une légumineuse à graine.

2.1.2.1. Description de la plantule

Hypocotyle : assez court, 1,5 à 2,5cm de long ; 1 à 1,5mm de diamètre, hérissé de poils cloisonnés d'environ 1mm de long, mêlés de poils globuleux.

Epicotyle : dégorgement régulièrement les entre nœud, hérissé de la même pilosité mixte.

Il y a une germination hypogée ou épigée selon les variétés.

Cotylédon : ovale, tronqué au quart supérieur

Feuilles : opposées, ovales élancées ; maigre entière puis deviennent crénelées, pétioles hirsutés, plus courtes que le limbe ; limbe à marge ciliée de poils cloisonnés, rondes, 1mm de long, sont en position internervaire.

Les poils globuleux sont plus rares sur la face supérieure ; les poils raides sont disposés surtout sur les nervures et les poils globuleux dominant sur la face inférieure.

Les feuilles plus tardives deviennent ovales lancéolées à losangiques, sinuées dentées vers le milieu du limbe, plus velues à la face inférieure et les sommets sont très effilées.

2.1.2.2. Le port :

Le sésame est une plante annuelle herbacée saisonnière érigée de 0,5 à 2m de hauteur. Il a un port dressé ou buissonnant à profil ovale – lanceolé.

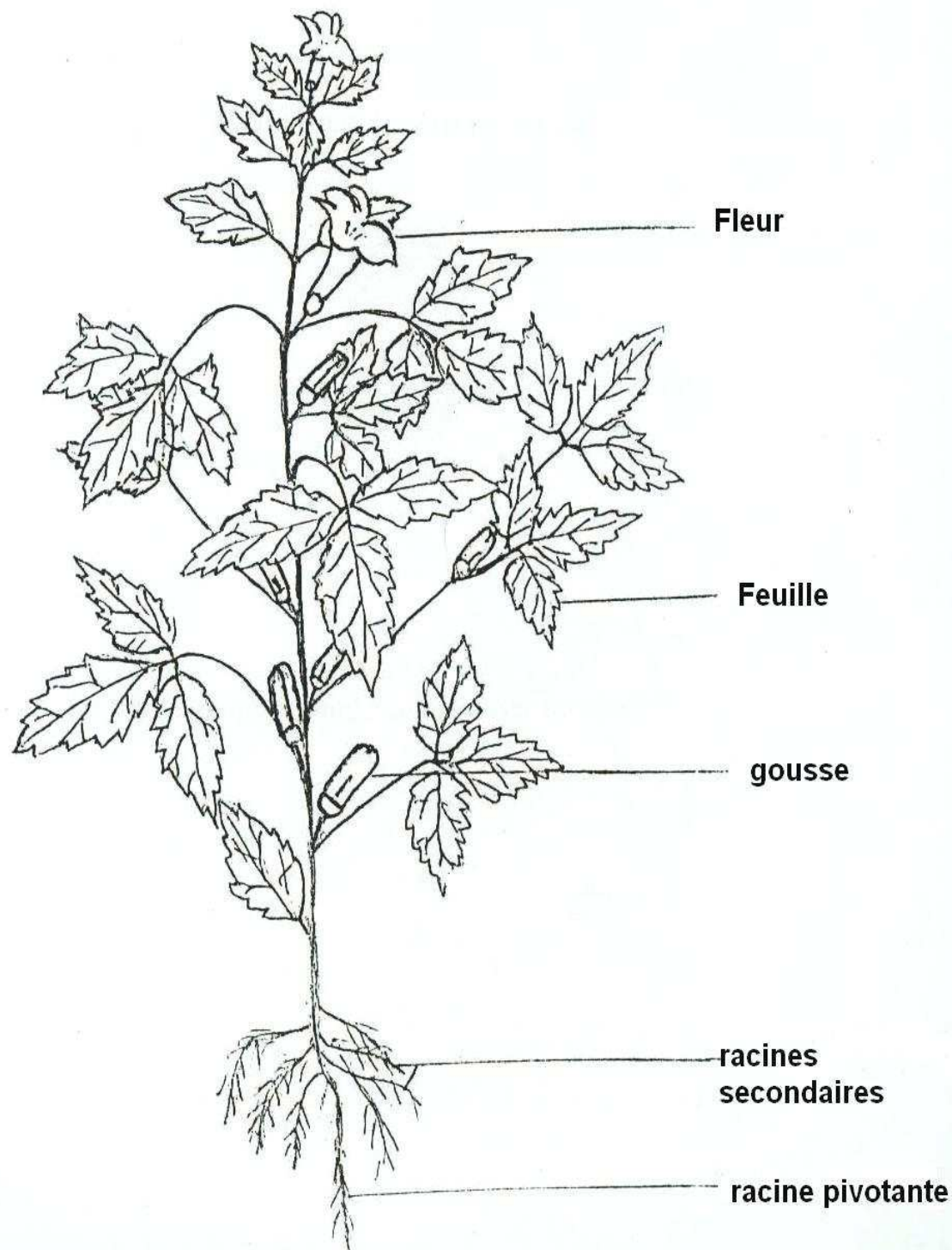


Figure 1

Schéma N°1 : Schéma de la plante du sésame

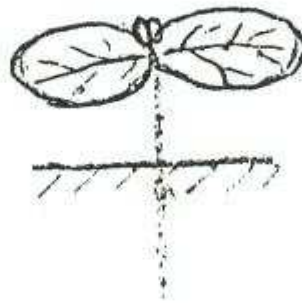


Schéma N°2 : Schéma de la plantule du sésame



Photo N°1 : Plantules du sésame

2.1.2.3. Le système racinaire :

Cette plante a une profonde racine pivotante environ 90cm de long avec un réseau dense de racines secondaires.



Photo N°2 : La racine du sésame

2.1.2.4. La tige :

La tige se dresse de 1 à 2 m et se divise à un grand nombre de branches. Elle a une section quadrangulaire, angle arrondie, pilosité double, longs poils pluricellulaires et poils glanduleux (loupe) bi à quadricellulaire. Elle est cannelée, plus ou moins velue, simple (monocaulé) ou ramifiée selon les variétés.

2.1.2.5. Les feuilles :

C'est une plante touffue, herbes à feuilles entières, trifides ou pédatiséquées, souvent polymorphes, vert clair profondément nervurées de 7,5 à 12,5 cm de long.

Les feuilles ont de forme variable et un même plant présente normalement des feuilles appartenant à différents types selon leur position sur la plante.

Feuilles opposées à la base de la plante, devenant alternées vers le sommet et les extrémités des rameaux.

Au sommet de la tige, elles sont simples, lancéolées, longues de 4 à 7cm et courtement pétiolées ou courtement nul.

Ailleurs, elles sont plus ou moins lobées, parfois palmées, irrégulièrement dentelées, limbes ovales lancéolés de 10 à 15cm de long, sommet acuminé marge des feuilles basales sinuée-dentée, portées par un pédoncule de 4 à 5 cm.

Les feuilles sont recouvertes de poils dressés pluricellulaires épais sur la face supérieure et très dense sur la face inférieure, lui donnant un reflet blanchâtre.



Photo N°3 : Les feuilles du sésame

2.1.2.6. Fleurs ou les inflorescences

Lors de la floraison, les fleurs se forment à l'aisselle des feuilles supérieures et sont solitaires ou apparaissent 2 ou 3. Elles sont de forme irrégulière.

Les fleurs, de couleur variable : jaune, blanc, rose,... parfois pourpre mesurent de 3 à 4 cm de long et ont une forme de cloche allongée. Les fleurs tubulaires sont roses ou blanches.

Le calice est court, à 5 lobes, persistant. La corolle est à tube grand, arqué, à 5 lobes un peu bilabiés, pédoncules trapu moins de 1 cm portent à la base une glande noire, rouge ou jaune. Les fleurs comportent un tube floral généralement pileux sur toute sa partie externe.

Quatre étamines (la cinquième est stérile) donnent du pollen viable pendant 24 heures. L'ovaire supère est composé de deux carpelles soudés subdivisés en quatre loges. Il existe cependant des variétés à 3 ou 4 carpelles subdivisés respectivement en 6 à 8 loges.

Le stigmate de l'ovaire est réceptif un jour avant l'ouverture de la fleur et reste réceptif pendant quatre jours. Ses fleurs gamopétales donnent naissance à des capsules de 2 à 3 cm qui se forment à l'intérieure.



Photo N°4 : Les fleurs jaunes du sésame



Photo N°5 : Les fleurs pourpres du sésame



Photo N°6 : Les fleurs blanches du sésame

2.1.2.7. Fruit et graines :

Le sésame est normalement une plante autogame, mais la fécondation peut-être réalisé par des agents extérieurs tels que les insectes. Le taux d'allogamie est d'environ 5% mais peut varier dans une fourchette importante suivant la variété (des taux de 65% sont cités).

Après fécondation, les fleurs se transforment en capsules oblongues, allongées de 2 à 3 cm de long, de 6 à 8 mm de large transversale, quadrangulaires ; angles très arrondis, faces sillonnées, pubescentes, sommet rétréci en carène plate, elle –même bi à tridentée, déhiscentes ou indéhiscentes.

A maturité, les gousses s'ouvrent au sommet et laissent échapper une soixantaine à quatre vingtaines de petites graines oléagineuses et amylacées.

Ces graines minuscules sont, ovales, aplaties, plus petites que 1/8 inch de long et 1/20 inch d'épaisseur, lisses ou réticulées. Elles ne sont pas de couleur uniforme. Elles peuvent varier du blanc cassé au noir en passant par l'orange clair et la couleur de miel blond. Le poids de 1.000 graines s'apprécie aux alentours de 2 à 4 g. Les cotylédons contiennent de 40 à 50 % d'huile et 25% de protéine. Le taux de l'huile varie suivant les variétés et les conditions de culture.

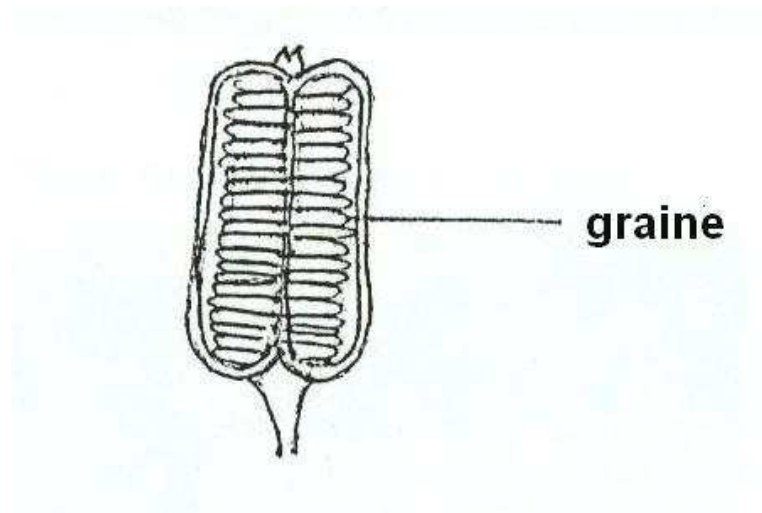


Schéma N°3 : Coupe longitudinale de la gousse du sésame

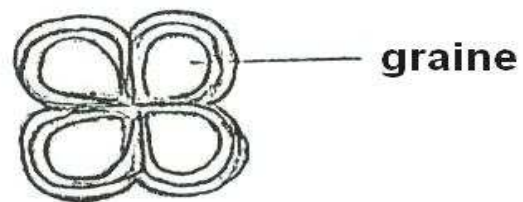


Schéma N°4 : Coupe transversale de la gousse du sésame



Photo N°7 : Les gousses du sésame



**Photo N°8 : Les différentes couleurs des graines du sésame à Ivoloina
(blanche, brun, noire)**

2.1.3. PHYSIOLOGIE DE LA PLANTE :

Le sésame est en général autogame et gamopétale.

2.1.3.1. Les différentes phases végétatives

Le cycle végétatif du sésame dure 80 à 180 jours selon la région où il se trouve, la date du semis et la variété.

Si le semis est précoce : la récolte se fait au moment où la plante a acquis sa taille maximale et où la plupart de ses capsules sont arrivées à maturité.

Si le semis est tardif : la récolte doit se faire avant que la sécheresse ne compromette un développement ultérieur de la plante.

La floraison et la maturation se développent progressivement de la base vers le sommet de la tige.

La durée du cycle végétatif du sésame est aussi influencée par l'espacement. Plus celui-ci est faible, plus les plantes sont petites et les branches sont peu nombreuses, atteignant le stade de maturité plus rapidement et avec plus de simultanéité.

a) La phase de germination :

Cette phase est bien observée au cours du test de germination. Elle est due par le gonflement d'eau des graines suivi de l'éclatement des graines après 1 à 2 jours. Puis les graines poussent.

La germination est généralement épigée.

Cette phase dure 3 à 4 jours dans l'étuve mais 7 à 15 jours au champ.

b) La phase de croissance

Cette phase est caractérisée par la formation des feuilles, par les augmentations en dimension. Elle se situe après la phase de germination et l'apparition des boutons floraux.

c) La phase de floraison

Cette phase commence par l'apparition des boutons floraux qui donnent naissance à des fleurs. Elle est marquée par la mise en fleur et la formation des organes reproducteurs.

d) La phase de fructification

Quand les organes reproducteurs arrivent à maturité, il y a fécondation puis formation des graines.

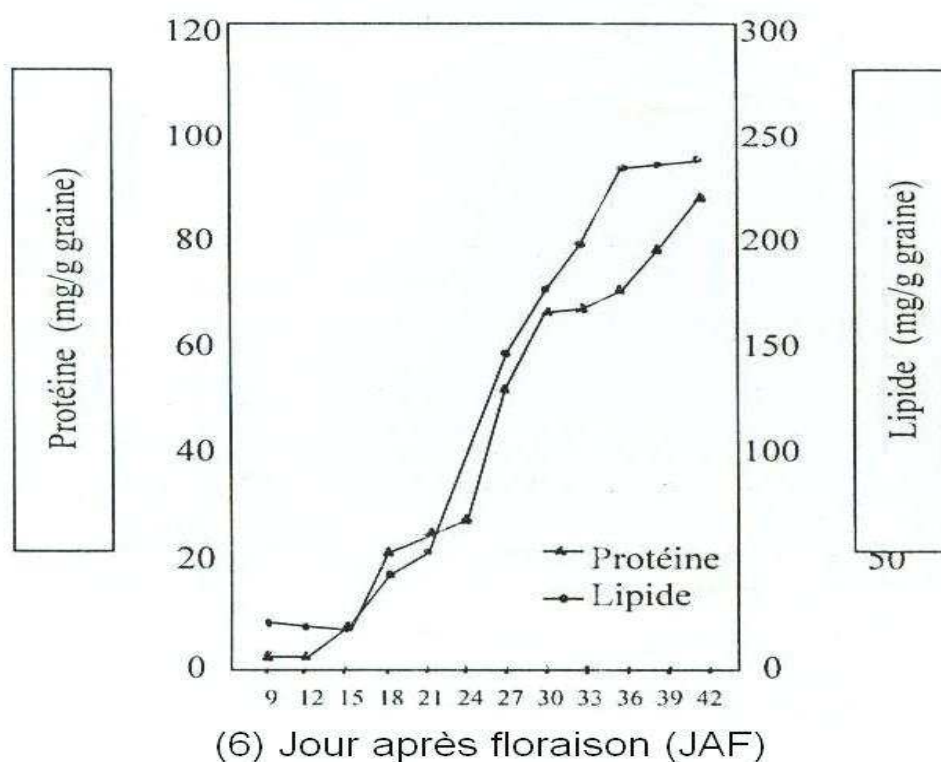
11 à 17 jours après la fécondation, le pourcentage d'huile augmente rapidement et atteint un maximum en 20-23 jours. L'indice d'iode de l'huile est inchangé 18 jours après la fécondation.

L'accumulation des protéines est graduelle, mais il n'y a pas d'accroissements appréciables chez les graines âgées de 27 jours.

L'accroissement de matière sèche est plus lent que celui de l'huile ou de la protéine et reste faible à partir de 34 jours.

Tableau N° 11 **Variation de protéine et de lipide suivant le nombre du jour après floraison**

Nombre de jours après floraison	Protéine (mg/g de graine)	Lipide (mg/g de graine)
9	10	5
12	10	5
15	10	15
18	20	20
21	22	45
24	24	50
27	56	150
30	68	175
33	69	200
36	71	246
39	79	248
42	90	248

Figure N° 1 **Variation de protéine et de lipide****Lipide :**

- 12 à 24 JAF : augmentation de deux fois plus du lipide total
- 27 à 39 JAF : augmentation progressive
- 39 JAF et plus : agglomération ou emmagasinage jusqu'à 498 mg/g de grains secs.

Protéine :

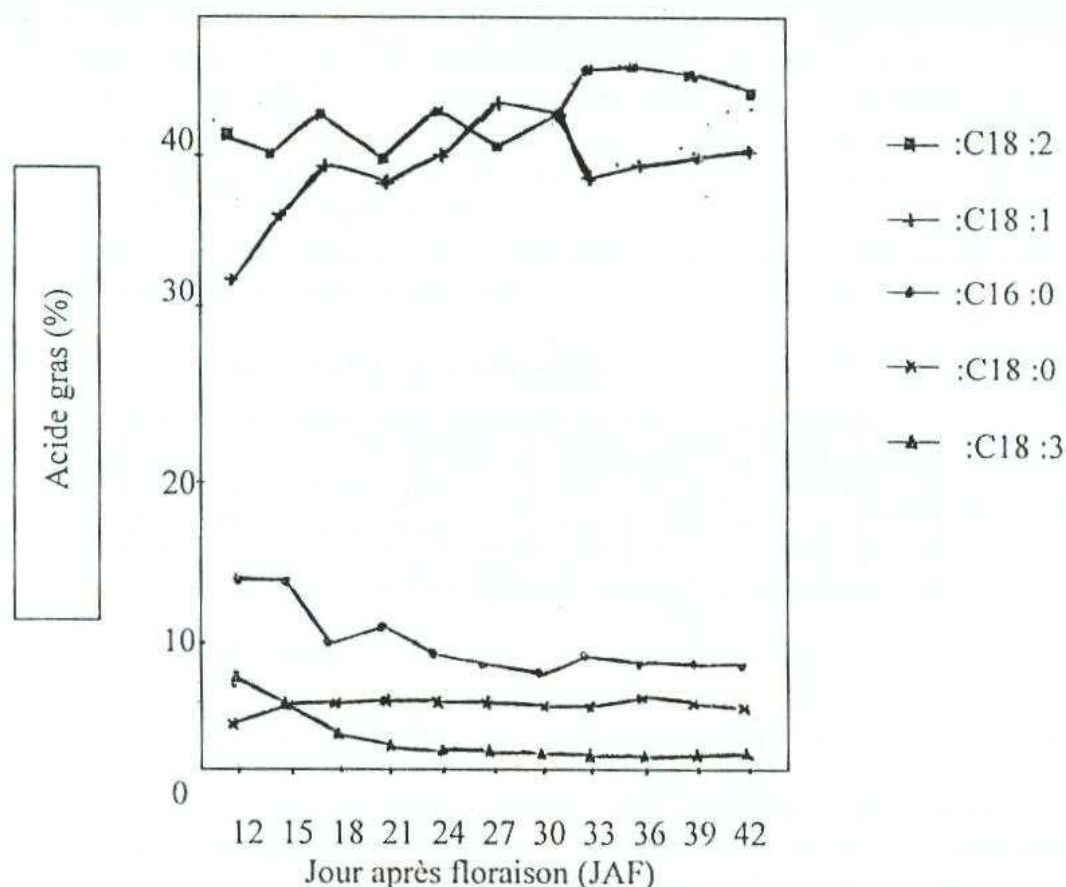
- A partir de 15 JAF : augmentation de protéine jusqu'à la maturation complète.

La protéine finale était 186mg/g de graine et consistait jusqu'à 18,6 % après délipidation.

Tableau N° 12 Changement des acides gras pendant le développement des graines oléagineuses de sésame

JAF	C 16 : 0	C 18 : 0	C 18 : 1	C 18 : 2	C 18 : 3
	Mg / g graine sèche				
9	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace
12	0,7	0,2	2	1,6	0,3
15	3,0	1,0	9,1	8,4	0,8
18	4,9	2,1	20,3	18,9	0,8
21	6,4	2,9	24,7	23,8	0,9
24	8,0	4,1	37,9	35,7	1,0
27	12,0	6,3	59,3	63,0	1,4
30	13,7	8,0	79,3	79,6	1,3
33	16,0	8,4	81,5	94,2	1,9
36	16,9	10,3	97,3	111,7	1,4
39	17,1	10,4	99,1	110,6	1,5
42	17,2	10,6	100,6	108,5	1,6
D (graine sèche)	36,2	23,9	209,6	221,2	2,1

Figure N° 2 Variation du taux des acides gras suivant les jours après floraison



Changement des acides gras pendant le développement des graines oléagineuses de sésame.

Ce tableau indique les montants de 5 espèces des acides gras, les 5 majeures compositions des graines oléagineuses du sésame.

Cinq espèces des acides gras : acide palmitique (16:0) ; acide stéarique (18:0) ; acide oléique (18:0) ; acide linoléique (18:2) et acide linolénique (18 : 2) sont décrits ici car ils sont compris au dessus de 98% de lipide total en moyenne dans le développement de sésame.

Ce tableau montre que les graines et la quantité en acides se développent en même temps.

En outre, la vitesse de synthèse de 2 acides gras, acide oléique et acide linoléique est importante que celle des autres acides gras. Cette augmentation rapide est examinée après 18 JAF.

Tandis qu'au contraire, les synthèses de l'acide palmitique, acide stéarique et acide linolénique sont relativement augmentées progressivement jusqu'au développement entier des graines oléagineuses de sésame.

Le taux final de tous les acides gras est examiné en 492,8mg /g graine sèche. Ce taux indique que les graines de sésame contiennent des acides gras élevés des plantes à huile telles que tournesol, soja,... le taux d'acide linolénique apportent des bienfaits de la santé humaine.

La figure N°02 montre que jusqu'au 80% des acides gras totaux sont constitués par les acides oléiques et acide linoléique, on suggère que ces deux acides gras soient les majeurs stockages dans les graines de sésame.

La fin de ce stade est caractérisée par le dessèchement des pétales des fleurs.

e) La phase de maturation

Pendant cette phase, les graines ainsi formées entrent en maturité.

Les plantes ont eu à faire face à une sécheresse sévère au moment de la maturité.

2.1.3.2. Nutrition de la plante

a) L'eau :

L'eau est un constituant fondamental pour la plante. Elle joue un rôle primordial dans la production végétale. Elle sert de véhiculer les éléments nutritifs des sèves brutes et élaborées.

Elle est indispensable dans la réalisation de nombreuses réactions de métabolisme cellulaire. Elle permet la transpiration qui élimine une partie de l'eau de la plante et favorise l'absorption des sels minéraux. Par conséquent, l'alimentation en eau du sésame est nécessaire pendant la phase de germination jusqu'à la phase de fructification.

La consommation maximum en eau a été déterminée pour les différents stades végétatifs du cycle. Elle est présentée par le tableau ci dessous.

Tableau N° 13 : **Consommation en eau de la plante.**

AGE DE LA PLANTE	MM	MM/J	K.EV BAC
Du semis au 44 ^{ème} jour	221	5,0	0,48
Du 45 ^{ème} au 63 ^{ème} jour	158	8,3	0,96
Du 64 ^{ème} au 100 ^{ème} et plus	117	3,1	0,28

Source : Valet – Albert Claude

La consommation croît brusquement à l'apparition des premières fleurs et diminue après la capsulation lors de la maturité.

En Colombie, on a marqué l'accroissement des rendements du sésame par irrigation. Les parcelles non irriguées ont fourni respectivement des rendements de 877 et 655 Kg/ha alors que les rendements correspondants aux parcelles irriguées atteignaient 1565 à 1902 Kg/ha.

L'irrigation réduit la durée de la culture de 10 - 20 jours.

b) L'azote :

L'azote a une influence très grande sur la croissance de la plante. Il favorise le développement des tiges et des feuilles sur lesquelles se font l'assimilation des carbones et les phénomènes de synthèse de la matière organique.

Les besoins en éléments azotés de la plante sont intenses pendant la phase de croissance et la phase de floraison d'où l'apport d'une fertilisation azotée est nécessaire pour l'obtention d'un niveau appréciable de rendement.

c) Le Phosphore :

Le genre *Sesamum* a besoin de phosphore dès le début de la végétation. Le phosphore est un élément régulateur de la végétation et un facteur de croissance. Il constitue donc un facteur de qualité. Il rend les jeunes plantes vigoureuses, résistantes à la verse et au choc. Il favorise la fécondation, la fructification, la formation et la maturation des graines.

Le phosphore joue aussi un rôle important dans le transfert d'énergies. Il reçoit l'énergie lumineuse captée par la chlorophylle et la transporte à travers la plante. Il y a donc une interaction entre l'azote et le phosphore pendant le stade végétatif ou la stade de croissance.

d) Le potassium :

La maturation convenable en potassium dès le début du stade de végétation est indispensable à la croissance et au développement de la plante. Elle lui permet d'utiliser d'avantage l'azote et le phosphore donc de donner des récoltes abondantes.

En donnant des plantes vigoureuses, à constitution équilibrée, le potassium contribue à la résistance de la plante aux maladies et aux accidents de la végétation. Il intervient dans la photosynthèse en favorisant la synthèse des carbones.

e) Influence de NaCl sur la croissance, la composition minérale et l'huile de graines de sésame :

Sur un milieu de culture dans lequel le NaCl a été ajouté, on a observé une tolérance élevée durant la germination mais une sensibilité aux stades de croissance ultérieurs.

Bien que le rendement en graines soit fortement réduit, la teneur en huile et la composition de celle-ci en acide gras n'ont pas varié.

Les analyses foliaires à divers stades de croissance ne montrent aucun signe de déficience en Ca, Mg, K, P et N.

Toutefois, les chlorures s'accumulent à des niveaux considérés comme toxiques. L'isotherme d'absorption du chlorure montre un accroissement marqué à tous les stades de croissance de la culture en NaCl pour le même substrat. Cet accroissement coïncide avec de sévères dégâts foliaires et une réduction de la croissance.

f) Rapport entre le pH du sol et la croissance, la nutrition et la production de graines de sésame :

On a implanté les sésames sur des sols à différent pH. L'analyse de ces sols est présentée sur le tableau suivant.

Tableau N° 14 : **Analyses des sols.**

	SOL N°1	SOL N°2	SOL N°3	SOL N°4	SOL N°5	SOL N°6	SOL N°7	SOL N°8
Ph	4,4	4,8	5,4	5,8	6,0	6,7	7,3	7,8
	1,2	1,5	1,5	1,2	1,5	1,3	1,2	1,5
Phosphore	40	40	45	45	40	35	40	45
Potasse (ppn)	1,75	2,25	2,25	2,25	2,75	2,75	3,25	4,00
Calcium (meq /100)	3,05	2,5	2,95	2,85	2,00	2,00	2,75	2,25
Magnésium (meq /100)	L.A.S	L.A.S	L.A.S	L.A.S	L.A.S	L.A.S	L.A.S	L.A.S
Texture								

L.A.S : limono-argilo-sableuse

Source : *Revue internationale des corps gras, Octobre 1991.*

Tous les dix jours, on a mesuré la hauteur des plantes et le résultat est montré par le tableau ci-dessous.

Tableau N°15 : **Effet du pH du sol sur la croissance du sésame mesuré tous les 10 jours.**

AGE DE LA PLANTE EN JOURS								
PH	10	20	30	40	50	60	70	80
4,4	1,2	1,9	2,9	8,3	15,2	33,0	60,8	81,3
4,8	1,6	3,0	4,9	14,6	26,7	56,1	97,3	116,3
5,4	1,9	3,9	9,3	28,2	47,3	80,8	112,2	120,2
5,8	2,5	6,5	12,2	33,7	58,4	87,6	101,1	104,0
6,0	2,7	7,7	13,2	32,5	53,9	83,0	100,1	102,1
6,7	1,6	3,1	7,6	26,5	45,8	79,0	102,4	106,8
7,3	1,1	2,2	4,6	16,5	29,6	66,4	107,1	125,2
7,8	1,1	2,1	3,1	9,3	21,1	49,1	89,3	110,8

La croissance des plantes de sésame a été fortement influencée par le pH du sol. Au 30^{ème} jour, la hauteur maximale des plantes correspondant aux traitements de pH 5,8 et 6,0 était significativement à celle trouvée avec les autres traitements. A partir de 40^{ème} jours, on n'a plus remarqué de différences significatives entre les traitements ci-dessus et ceux de pH 5,4 et 6,7. Les plantes des sols à pH 7,3 ; 7,8 et 4,8 ont atteint la même hauteur que les autres respectivement au 60^{ème} et 70^{ème} jour.

Après 40 jours, lorsque les plantes sont arrivées à l'époque de floraison, on a récolté des plantes au hasard, et au bout de 80 jours, l'on a récolté autres plantes. Le matériel végétal obtenu, a été lavé à l'eau déminéralisée puis séché à 70°C pendant 48 heures pour déterminer la matière sèche produite. Les plantes de la deuxième récolte ont été séparées en tige, feuilles, capsules et graines.

Tableau N° 16 : **Effet du pH du sol sur la production de matière sèche du feuillage et des graines, en grammes par plante.**

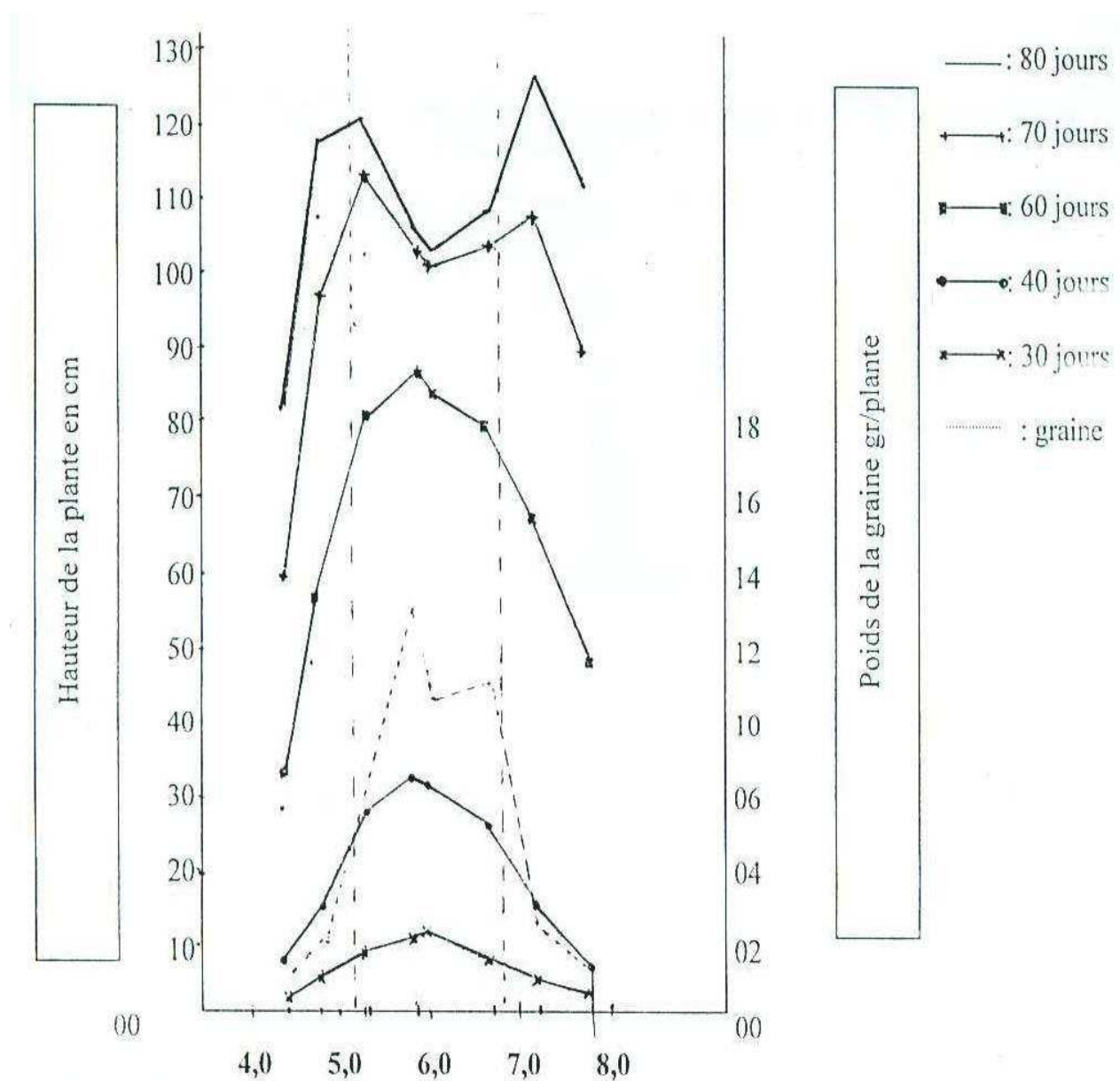
MATIERE SECHE g/PL			
PH du sol	40 jours	80 jours	Graine g/pl
4,4	0,07	3,16	0,11
4,8	0,19	5,48	0,20
5,4	0,59	5,58	0,82
5,8	0,78	4,38	1,20
6,0	0,83	4,13	0,81
6,7	0,56	5,40	0,93
7,3	0,34	7,88	0,29
7,8	0,08	7,27	0,16

Après 40 jours, la production de matière sèche de la partie aérienne des plantes, varie largement, entre 0,07 et 0,83 grammes par plante (g/pl). La plus grande production en termes absolus, correspond à celle des traitements 5,8 et 6,0 soit respectivement 0,78 et 0,83 g/pl ; cependant, l'on n'a pas trouvé de différences significatives entre ces traitements et ceux de 5,4 et 6,7. La production de matière sèche avec des pH supérieurs ou inférieurs à ceux des traitements donnés plus haut a été gravement affectée. Le taux de réduction de la matière sèche, par l'effet de l'acidité du sol a été respectivement de 91 et 76%, pour les pH de 4,4 et 4,8. La même tendance a été observée avec les taux élevés de pH du sol de 7,3 et 7,8 la matière sèche diminue alors de 58 et 90% respectivement.

Après 80 jours, il n'y a pas de différence de production de matière sèche due au pH, entre 4,4 à 6,7. Le mode d'accumulation de matière sèche a été différent de celui observé au 40^{ème} jour avec une tendance opposée. La matière sèche produite avec un pH de 7,3 et 7,8 a été de 7,88 et 7,27 g/pl, significativement supérieure à la matière sèche des traitements de 5,8 et 6,0 qui ont été respectivement de 4,38 et 4,13 g/pl.

La production de graines a montré la même tendance entre l'accumulation de matière sèche à 40 jours et la croissance des plantes de 50 jours. Les traitements centraux de 5,4 ; 5,8 ; 6,0 et 6,7 ont donné respectivement 0,82 ; 1,20 ; 0,81 et 0,93 g/pl, et ces valeurs ont été significativement supérieures à celles trouvées avec les traitements de pH supérieur ou inférieurs. Le taux de réduction des rendements ou l'effet des valeurs extrêmes d'acidité ou d'alcalinité a été respectivement de 88, 79, 69 et 83% pour les traitements de pH de 4,4 ; 4,8 ; 7,3 et 7,8.

Figure N° 3 **Influence du pH du sol, sur la croissance et la production de graines du sésame.**



Le tissu végétal sec a été moulu et passé au tamis, maille d'un mm. Un échantillon de 100mg a été dissous avec 1ml d'acide sulfurique concentré et 2ml de peroxyde d'hydrogène à 30%, sur un bloc d'aluminium. L'extrait a été dilué dans 50ml d'eau distillée et l'on a pu déterminer les N par la méthode du Nessler, le P au phosphomolybdate d'ammonium et le K, Ca et Mg par absorption atomique.

Tableau N° 17 **Effet du pH du sol sur l'accumulation de N,P,K,Ca et Mg en mg/plante du sésame à 40 jours.**

PH	AZOTE	PHOSPHORE	POTASSE	CALCIUM	MAGNESIUM
4,4	3,1	0,2	2,1	0,5	0,3
4,8	9,4	0,5	7,2	2,0	0,8
5,4	22,8	1,7	21,6	10,0	2,9
5,8	31,7	2,3	22,2	11,3	3,9
6,0	33,5	2,5	23,2	11,4	4,0
6,7	22,5	1,6	15,7	6,4	2,4
7,3	16,5	0,5	15,5	6,9	1,5
7,8	3,8	0,3	4,1	1,6	0,2

Source : revue internationale des corps gras

Tableau N° 18 : **Effet du pH du sol sur l'accumulation de N,P,K,Ca et Mg en mg/plante du sésame à 80 jours.**

PH	AZOTE	PHOSPHORE	POTASSE	CALCIUM	MAGNESIUM
4,4	49,1	8,2	66,1	9,7	0,4
4,8	63,1	8,9	83,0	11,3	0,6
5,4	58,4	8,0	60,5	14,8	1,1
5,8	34,7	5,9	55,3	22,7	1,7
6,0	32,2	5,3	47,9	16,3	1,6
6,7	43,1	7,6	70,8	21,7	1,3
7,3	68,1	11,8	126,4	19,4	1,5
7,8	64,7	11,5	132,6	17,5	0,5

L'absorption de N, P, K, Ca et Mg, exprimée en milligrammes par plante (mg/pl) a été hautement influencée par le pH du sol.

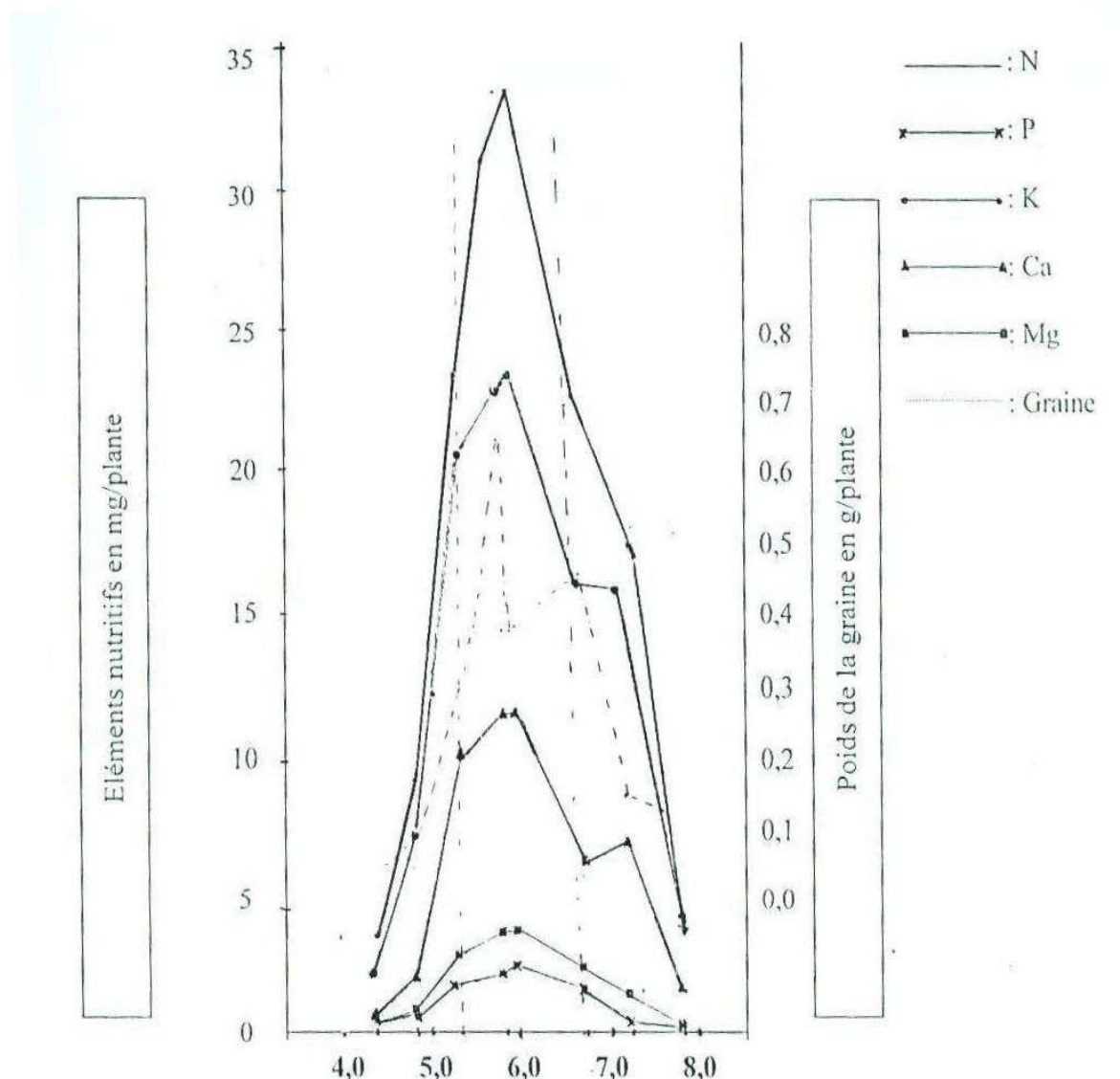
Les taux d'absorption, déterminés après 40 jours, ressemblent fortement à la production de graines et de poids sec du feuillage à 40 jours. L'absorption observée avec les pH de 5,4 à 6,7 a été statiquement supérieure à celles correspondant à un pH inférieur ou supérieur.

Si l'on compare les valeurs d'absorption des éléments nutritifs pour les traitements possédant la plus forte production de graines (pH 5,4 ; 5,8 ; 6,0 et 6,7) à celle correspondant à un pH de 4,4 ; 4,8 ; 7,3 et 7,8, N est 3,4 fois plus élevé, P 5 fois, K 2,9 fois et Mg 4,7 fois. Ce qui prouve une plus grande efficacité du sésame à absorber ces éléments nutritifs, dans des conditions de pH du sol plutôt modérément acide ou quasi neutre. L'on sait que la plus grande disponibilité des éléments nutritifs du sol se trouve près de ces niveaux de pH.

L'accumulation de N et P dans le feuillage de la plante, au moment de la récolte, est différente de celle que l'on a trouvée après 40 jours. Les valeurs les plus faibles sont celles des traitements 5,8 et 6,0 avec 34,7 et 32,8mg de N/pl puis 5,9 et 5,3mg de P/pl respectivement. L'on n'a pas trouvé de différences significatives entre Ca et K. Cependant, les valeurs absolues de K à un pH de 5,8 et 6,0 sont visiblement plus faibles.

Il y a tout de même une augmentation considérable de K dans la plante aux pH 7,3 et 7,8. Pour Mg l'on peut remarquer que l'accumulation à 80^{ème} jour est moins importante qu'au 40^{ème} jour, contrairement à ce qu'on a observé avec d'autres éléments nutritifs. Mais ce sont aussi les pH de 6,4 et 6,7 qui conservent la plus forte accumulation.

Figure N°4 : **Effet des pH du sol sur l'absorption de N, P, K, Ca et Mg pour le sésame de 40 jours.**



Donc, la capacité de production des graines de sésame dépend fortement de la croissance de la plante au cours de la phase végétative jusqu'à la moitié de la floraison. Le sésame se développe et a une production satisfaisante sur les sols dont le pH est compris entre 5,4 et 6,7.

g) Influence de NaCl sur la croissance, la composition minérale et l'huile de graines de sésame.

On a utilisé un milieu de culture dans lequel NaCl a été ajouté quand les plantes avaient environ 10cm de haut. On a observé une tolérance élevée durant la germination mais une sensibilité aux stades de croissance ultérieurs. Bien que le rendement en graines soit fortement réduit, la teneur en huile et la composition de celles-ci en acide gras n'ont pas varié. Les analyses foliaires à divers stades des croissances ne montrent aucun signe de déficience en Ca, Mg, K, P et N.

Toutefois, les chlorures s'accumulent à des niveaux considérés comme toxique avec de sévères dégâts foliaires et une réduction de la croissance.

2.1.4. ECOLOGIE DE LA PLANTE :

2.1.4.1. L'aire géographique :

Le sésame est cultivé sous les tropiques à des altitudes inférieures à 1500m et dans les zones tempérées chaudes.

2.1.4.2. Les exigences climatiques :

a) La pluviométrie :

La pluviométrie de 250 à 600mm est suffisante pendant le cycle végétatif mais des hauteurs d'eau annuelles de 500 à 800mm sont requises.

Il convient de signaler que la bonne répartition des pluies favorise le développement correct des cultures.

L'orage de grêle a obligé de faire un deuxième semis.

b) La température

Le sésame est surtout exigeant en température. Une température moyenne de 20°C sans chutes brutales constitue l'optimum.

Les températures basses (inférieures à 18°C) provoquent la stérilité du pollen et la chute prématurée des fleurs, tandis que la température supérieure à 40°C affecte la fécondation de la fleur peut induire une réduction du nombre de capsules sur les plantes.

c) La lumière

Le sésame n'aime pas l'ombre. C'est une plante de soleil.

d) Les vents

Les vents sont très nocifs.

e) L'humidité

La plante craint l'humidité au cours de la maturation.

2.1.4.3. Les exigences édaphiques :

Le sésame pousse bien dans les sols riches, légers et profonds. Il préfère les limons rouges et légers au sable ou argile, les prairies aux forêts, les parcelles vieillis de deux ensembles ou plus aux terres de première année.

Le sésame est une culture fiable peu exigeante. Il peut s'adapter au milieu difficile.

Les sols doivent être perméables, peu acides et bien aérés, une forte proportion d'argile est acceptée si le milieu n'est pas asphyxiant.

Les alternances brutales d'humidité et de dessiccation étant très nuisibles aux jeunes plants ; un bon drainage du champ est également requis, une inondation de quelques heures suffit à tuer le sésame pendant la première semaine de sa vie. La plante résiste à la

sécheresse grâce à son système racinaire pivotant à condition qu'elle puisse s'enfoncer profondément. D'où, la limitation de la profondeur d'enracinement dans les zones où la cuirasse latéritique est à moins de 60cm de profondeur.

Le sésame ne réagit pas nettement à la matière organique mais paraît être sensible à la richesse du sol. Il peut puiser son alimentation minérale dans un milieu de roches érodées par le climat.

2.1.5. LES ENNEMIS DE LA PLANTE :

2.1.5.1. Les maladies :

a) La maladie fongique :

La pourriture charbonneuse (*Macrophonia phaseoli*) est une maladie fongique qui peut être grave.

b) La maladie virale et cryptoganique :

c) Les déprédateurs :

La fusariose, le mildiou et les tâches sur les feuilles.

d) Les bactérioses du sésame :

Observée particulièrement en période humide, cette maladie se produit à tout âge et affecte les feuilles, les pétioles, les fleurs et les tiges, provoquant la défoliation et stérilité.

Description et symptôme : une bactérie a été identifiée comme *Xanthomonas* sp, problem : *Xanthomonas sesami* Sabet et Dowson.

Les variétés accitera et en amar sont les plus sensibles.

e) La résistance des différentes variétés, cultivars et espèces de sésame au flétrissement est due au *Phytophthora*. Parmi les 370 variétés, il n'y a pas de corrélation entre l'intensité de la maladie et l'origine de la collection. Seules 14 variétés sont résistantes aux stades plantules, 17 au stade adulte. Toutes autres variétés sont sensibles ou très sensibles.

f) Plusieurs pestes attaquent le sésame. La maladie des tâches sanguines est parfois sporadique, parfois endémique et peut causer de lourdes pertes. Elle est provoquée par le Bactérien sésamicole : des tâches rouges et noires, anguleuses, s'étendent sur les feuilles et les font mourir.

g) Cercosporioses sur les feuilles.

h) Des larves d'*Antigastria* consomment les jeunes feuilles et tiges. A l'état de nymphe, elles s'enroulent dans les feuilles en formant un cocon soyeux.

2.1.5.2. Les insectes :

- La mouche des galles *Asphondylia* est un insecte piqueur des fruits. Ceux-ci deviennent flasques et arrondies. Les graines sont remplacées par une galle
- Des punaises ou des mouches peuvent également causer les pertes des récoltes en piquant les fruits, y compris sur les plantes en bonne santé.

Le sésame est parasité par de nombreux insectes.

Tableau N° 19 : Les insectes parasites du sésame

NOMS DE L'INSECTES	PARTIE ATTAQUEE
<i>Epilachna chrysomelina</i>	Feuilles, fleurs, capsules
<i>Acherontia lachesis</i>	Chenille des feuilles
<i>Antigastria catalaunalis</i>	Chenille des feuilles
<i>Aphis gossyp</i>	Piqûres sur les racines
<i>Asphondylia sesami</i>	Ponte dans les boutons floraux
Dégâts de champignons : <i>Cercospora</i> , Anthracnose	Sur les feuilles
<i>Corcyra cephalonica</i> staint (teigne du riz)	Dégâts sur les grains stockés
<i>Tribolium</i> spp (ver de farine)	

2.1.6. LES TECHNIQUES CULTURALES :

De par son cycle court, le sésame est souvent cultivé en culture dérobée ou associée avec semis au milieu de la saison pluvieuse pour placer la maturité en saison sèche.

2.1.6.1. La préparation du sol

Le sol a été préalablement préparé : amendement, labour, émottage, affinage ou ameublissement.

Dans les régions à pluviosité moyenne, la culture se fait à plat sur un terrain préparé normalement. La culture en billon est pratiquée dans les zones à forte pluviosité.

La faible taille des graines et la fragilité de la plantule rendent nécessaire la réalisation soigneuse du lit de semence ainsi que la mise en place d'une protection du champ contre toutes les inondations temporaires et les ruissellements qui pourraient détruire les plantules.

2.1.6.2. Les semis**a) Le traitement des semences :**

Les semences doivent être traitées contre les insectes et les moisissures. La petite taille des graines et la présence d'une cuticule très lisse nécessitent que le mélange graines-poudre soit réalisé par un brassage prolongé qui permet un enrobage correct des graines : l'adhérence peut être améliorée en humectant légèrement la semence. (les produits utilisés pour l'arachide conviennent au sésame).

b) Date de semis :

Les retards aux semis affectent fortement le potentiel de production des plantes. Traditionnellement, le sésame est semé, dans les conditions de culture pluviale, après toutes les autres cultures.

La meilleure date : bonne entre la nécessité de maturation en période sèche et l'absence de stress hydrique en fin de cycle.

c) Technique de semis :

Le sésame apparaît comme relativement peu sensible aux variations de densités de semis, entre certaines limites. Dans le cas d'une culture correctement entretenu, la variation de densités amène à des rendements à l'hectare peu différents. En fait, les semis très denses sont souvent justifiés, en culture traditionnelle, par la meilleure protection qu'ils assurent contre les adventices.

On arrive à l'équivalence des modes de semis suivants :

- semis en poquet à 60 x 20 cm (à plat) ou à 80 x 20 cm (en billon) avec démariage à 2 pieds par poquet, 10 jours après semis ;
- semis manuels en lignes continues espacées de 60 cm (à plat) ou 80 cm (sur billon) 2 à 3 kg de semence d'engrais nécessaire par hectare : 60 kg de 50 – 50 / Ha (50% sulfate d'ammoniaque ; 50% phosphate d'ammoniaque) ;
- semis manuels à la volée d'un mélange semence + engrais, puis enfouissement par préparation superficielle, 3 kg de semences mélangés à la dose d'engrais ;
- semis au semoir Fabre d'un mélange semence + engrais, 2kg de semence mélangés à la dose d'engrais ;

Le rendement obtenu avec ces différents modes de semis varie autour de 650Kg/ha.

Les semis en lignes sont recommandés car ils autorisent un entretien mécanique de la culture tout en permettant d'obtenir une couverture végétale suffisante pour limiter le développement des adventices.

La profondeur de semis requise est de 6 à 20mm, le sol devant être légèrement tassé pour assurer un bon contact de l'humidité avec la graine ; la levée s'effectue 3 à 5 jours après semis.

Le repiquage et le démariage du sésame sont possibles s'ils sont pratiqués tôt (10 à 15 jours après semis) en conditions humides.

Pour la variété monocaule, l'augmentation de densité surtout sur la ligne augmente le rendement.

2.1.6.3. L'entretien :

Un sarclage est généralement nécessaire suivi d'un buttage en cours de culture vers le milieu du cycle afin d'assurer une meilleure résistance à la verse des plantes.

De plus, il a été constaté que le buttage amenait une meilleure assimilation des engrais et que la nutrition des plantes en était améliorée. Le buttage entraîne un effet bénéfique sur le rendement en graine.

L'importance des sarclages a été mise en évidence, tout retard ayant des néfastes sur les paramètres de l'élaboration du rendement (hauteur de la première capsules, taille,

nombre de capsules). Sur une variété ramifiée et pour des lignes de semis espacées de 60cm, l'absence de sarclage fait chuter la production à l'hectare de 50% avec un rendement potentiel d'une tonne. Une chute de 20% est enregistrée pour un espacement de 30cm entre les lignes avec un rendement potentiel équivalent.

En Californie, des herbicides sont appliqués avant de semer le sésame et incorporer au sol à 4 à 6cm de profondeur immédiatement après l'application :

- le diphénamide à 5,6 kg de matière active/Ha : sans danger sur le sésame
- bensulide à 5,6 kg de matière active/Ha : est toléré par le sésame mais donne un contralivulguier.
- alachlore à 2,2 kg de matière/Ha : s'est montré efficace sans affecter le sésame.

2.1.6.4. Fumure :

D'après des essais, on a obtenu les résultats suivants :

- effet très net de l'azote tant sur la végétation que sur le rendement en graine ;
- effet du phosphore sur le rendement en graine ;
- une interaction positive N/P ;
- l'apport de potassium n'a pas d'effet sur les rendements du sésame.
- la formule 14N 23P 14K 5S à la dose de 80Kg/Ha sur le sésame est très rentable.

Mais de façon pratique, 60 kg/Ha d'engrais coton 13.20.15. apportent les quantités d'éléments fertilisant correspondant au seuil de rentabilité économique dans les conditions actuelles du prix.

L'apport d'engrais peut se faire soit :

- en mélange avec les semences
- en localisation sur la ligne de semis peu après la levée (10 à 15 jours après semis) ou au billonnage lorsque cette technique est pratiquée.

Ces méthodes alliées à une conduite optimale de la culture sont garantes pour l'efficacité de la fumure.

L'exportation d'une récolte de 1500Kg/Ha est comme suit :

Azote	45 kg
Phosphore	20 kg
Potasse	10 kg
Calcium	10 kg

2.1.6.5. Lutte contre les parasitismes

Le parasitisme fongique, jusqu'à présent, n'amène pas de dégât notable sur le sésame, en Afrique, bien que des fontes de semis soient observées épisodiquement.

Par contre, des dégâts d'insectes importants sont à signaler :

- *Antigastra catalaunalis* : chenille enrouleuse détruisant le bourgeon terminal ;

- *Asphondyllia sesami* : mouche pondant dans les ovaires et dont la larve détruit la jeune capsule en formation qui provoque la formation de galles au niveau des capsules dans lesquelles l'insecte continue son développement jusqu'à une limite.

Il est donc possible de prendre des mesures préventives, dès l'apparition des premières fleurs au moyen des produits insecticides.

- 3l / Ha de décis
- Deltaméthrine.

Généralement, un seul traitement est suffisant.

On a observé que la précocité des semis permette de contrôler, en partie, les attaques en décalant la période sensible de la plante (floraison) et le pic de développement des insectes et champignons. A contrario, pour des semis tardifs, la floraison risque de coïncider avec les pullulations les plus dangereuses, difficilement contrôlables, à cette période, l'abondance des pluies rend l'efficacité des traitements aléatoires.

2.1.6.6. Lutte contre les maladies fongiques :

- Par la résistance variétale :

Exemple : 38.1.7 (*Sesamum indicum*) ne se montre pas très sensible à la maladie

- en condition très favorable au champignon, celui-ci provoque une diminution importante de la levée du développement et du rendement.

En condition naturelle cependant, les effets sont lents à se manifester et n'apparaissent qu'en milieu du cycle.

- il existe un effet antagoniste des bactéries et actinomycètes du sol vis à vis de la pourriture. On a constaté, effectivement, une diminution importante du nombre de sclérotés dans le sol au bout de trois semaines.
- Le niveau des réserves hydriques du sol a un effet considérable sur le développement du champignon. Ainsi, des bonnes conditions pluviométriques peuvent expliquer le faible niveau de *Macrophomina phaseoli* sur le sésame. L'irrigation appoint pourrait constituer un moyen de lutte efficace.

D'autres maladies, virales ou mycoplasmiques (phylloïdie, fasciation, virescences diverses) ont peu d'incident et ne justifient pas actuellement un traitement spécifique.

2.1.6.7. Récolte :

a) Période :

La maturité se manifeste d'abord par une défoliation importante. Les capsules de quelques variétés mûrissent pratiquement toutes en même temps et prennent une teinte jaune caractéristique ; seules les plus jeunes au sommet des tiges, restent vertes en fin de végétation. La récolte débute au moment où les capsules basales commencent à s'ouvrir.

L'opération de récolte doit être rapide afin d'éviter la déhiscence des capsules et donc de limiter les pertes en graines.

b) Méthode :

Il y a deux types de récolte soit :

- mécanique : à maturité avancée, avec des variétés indéhiscents.
- à la main : avant le dessèchement de la plante, à la nouaison des dernières fleurs.

Les tiges sont traditionnellement coupées à la faucille au dessous des premières capsules, poignées par poignées et réunies en bottes. Les bottes sont fixées par des râteliers, tête vers le haut; les capsules de chaque botte sont liées ensemble par du chiendent de manière à ce qu'elles ne puissent s'ouvrir. Celles-ci empêchent la perte de graines par déhiscence. Ces bottes sont placées sur une bâche ou une toile ou à défaut une aire bien dégagée et balayée. En raison des attaques possibles, il est utile de saupoudrer un insecticide en couronne autour de l'aire.

Le séchage en plein champ prend environ 2 à 4 semaines. Les tiges sèches sont racornies, brunes et cassantes. Les capsules s'entrouvrent sur les 2/3 de leur longueur sans se détacher, la position verticale des bottes empêchent la perte de graines.

Le battage s'effectue en renversant et secouant les bottes sur des bâches moins de 10% de la récolte sont ainsi perdus.

De plus, cette technique permet l'obtention d'un produit propre donc il n'est plus nécessaire de vanner.

c) Conservation :

Les graines sont rassemblées dans des paniers puis mises dans des emballages des feuilles dressées ou dans des calebasses ou dans des sacs de faible contenance pour éviter toute compaction et fermentation du sésame.

Les graines peuvent tenir aussi un récipient ou container à air hermétique, au frais, et dans un milieu ou endroit sombre ou obscur.

La conservation ne pose pas de problème particulier et les produits utilisés pour la protection des céréales y conviennent parfaitement.

II 2. ETUDES ANALYTIQUE DU SESAME

2.2.1. LA COMPOSITION CHIMIQUE DES GRAINES DE SESAME :

Le sésame fournit de l'huile, de protéine de qualité, des sucres solubles, de cellulose, de phosphore et de phytine.

Les feuilles sèches contiennent 20-29% de protéines. Ce taux diminue de 4 à 11% au niveau des tiges.

Tableau N° 20 : **Les teneurs en éléments nutritif du sésame.**

ELEMENT NUTRITIF	TENEURS
Protéine	20 à 30%
Matière grasse	40 à 60%
Calories	5750 cal/Kg
Calcium	7070 ppm
Acide nicotinique	50ppm
Aneurine	4,2ppm

Tableau N° 21 : **Teneur en éléments nutritifs des autres plantes alimentaires par rapport au sésame.**

	PROTEINE (%)	CALORIE (CAL/KG)	MATIERE GRASSE (%)	CALCIUM PPN	ACIDE NICOTINIQUE PPN	ANEURINE PPN
Maïs	10,4	3670	5,0	120	15	3,3
Sorgho	13,0	3570	2,4	180	30	4,7
Riz	9,9	3520	2,3	100	20	2,4
Voandzou	20,8	3630	5,8	900	13	3,0
Arachide	23,0	5580	45,6	900	174	9,0
Sésame	29,0	5750	50 –56	7070	50	4,2
Farine de manioc	1,7	3550	0,5	930	8	?

Source : Pierre de Schlippé.

Tableau N° 22 : **Composition minérale des graines de sésame selon la couleur.**

MINERAL	CONCENTRATION DE MINERAUX EN G/100G DE POIDS SEC DE GRAINS DE SESAME			
	Noir	Brun	Blanc	Jaune
Potassium	2,25	2,90	2,75	3,70
Sodium	0,40	2,80	2,40	0,16
Calcium	0,90	0,90	1,01	0,75
Magnésium	0,25	0,27	0,25	0,32
Zinc	0,041	0,043	0,035	0,053
Cuivre	0,017	0,015	0,013	0,018
Manganèse	0,040	0,053	0,053	0,030
Fer	0,045	0,045	0,080	0,050
Phosphore	0,410	0,430	0,440	0,600

Source : Food chemistry.

Généralement, ces différents échantillons ont des valeurs élevées en potassium, calcium et phosphore.

2.2.2. CARACTERISTIQUES DE LA MATIERE GRASSE (HUILE)

Les graines de sésame donnent jusqu'à 60% de leur poids en huile épaisse et ambrée qui ne rancit pas.

Tableau N° 23 : **Caractéristiques des huiles de sésame raffinées.**

CARACTERISTIQUES	INDICE
Densité à 20°C	0,918 - 0,923
Indice de réfraction à 20°C	1,472 - 1,475
Indice de saponification (Is)	188 - 197
Indice d'Iode (Ii)	103 - 116
Insaponifiable	1 - 1,5%
Titre	20 - 24
Indice d'acide	< 1,0
Indice de peroxyde	< 5

Cette huile est particulièrement stable grâce à son contenu naturel en composants spécifiques antioxydants : le sésamol et le sésaminol.

Les 1 à 1,5% insaponifiables sont riches en stérols (surtout en bétasétostérol) et qui comportent des produits spécifiques au sésame : la sésamine et la sésamoline (chacun environ 300mg/100g d'huile) qui forment le sésamol et le sésamoline au cours de raffinage.

Réaction de Villa vecchia

- Verser dans un tube à essai quelques gouttes d'une solution incolore de furfurool dans l'alcool à 95°, 10ml d'huile et 10ml d'acide chlorhydrique pur.

- Agiter et laisser reposer.

En présence d'huile, l'acide qui se sépare présente une coloration franchement rouge.

L'huile de sésame est une huile demi siccative qu'il est possible d'utiliser pure ou en mélange avec d'autres huiles par la réaction de Villavecchià.

Réaction de Halfen

- Dissoudre 1 à 3g d'huile dans quelques ml d'alcool amylique
- Ajouter quelques ml de sulfure de carbone contenant 1% de fleur de soufre
- Chauffer au bain-marie

Le sulfure de carbone s'évapore et il apparaît une nette coloration rouge.

Tableau N° 24 : **Composition chimique : composition moyenne en acide gras**

ACIDE GRAS	TENEUR (%)
Acide linoléique	39 à 47%
Acide oléique	37 à 42%
Acide palmitique	8 à 11%
Acide stéarique	4 à 6%

L'huile de sésame est donc particulièrement stable.

La biodisponibilité de l'insuline, dans différentes huiles, par les voies nasales et oculaires décroît dans l'ordre suivant : huile d'arachide > huile de paraffine > huile de sésame.

Dans le cas de l'absorption nasale, la biodisponibilité dans les huiles d'arachide, de paraffine et de sésame sont respectivement de 6,0 ; 2,1 et 1,3%.

Donc, l'huile de sésame est caractérisée par :

- pas de cholestérol
- riche en acides gras insaturés
- 16% acide gras saturé
- 41% acide gras mono saturé
- 43% acide gras poly insaturé.

Les examens organoleptiques de l'huile de sésame raffinée montrent :

- couleur : jaune pâle
- odeur : inodore

Tableau N° 24 : **Composition en acides gras des principales huiles végétales :**

Espèces Botaniques	Acides gras saturés							Vit	Acides gras insaturés									
	C12 :0	C14 :0	C16 :0	C17 :0	C18 :0	C20 :0	C22 :0	E	16 :1	16 :1w7	18 :1w9	18 :2w6	18 :3w3	18 :3w6	18 :04	20 :1w9	22 :1w9	Insap
Carathane			5		5						15	75						
Onagre			6,1		1,8	0,3					8,4	72,6		9,8		0,2		0,4
Pépin de Raisin		0,06	7,1		5,1	0,3	0,2			0,44	15,8	70,6				0,1	0,2	0,8-1,5
Tournesol			6,2		4,8	0,3	0,8				19,4	67,2	Traces			0,1		1-1,3
Noix		Traces	7,7	Traces	1,9	0,2			0,1	0,1	14,1	61,3	14,7					1,3
Germe de Maïs			10,6		2	0,35			0,1		25,4	59,3		0,9		0,3	0,5	0,8-2
Soja			11		3,9	Traces					23	56,8	8			Traces	Traces	1,6
Germe de Blé			20		0,3	5		?	0,3		16,7	56				2		
Pépin de tomates		0,1	14	0,1	5,5	0,5				0,5	21,9	54,3		2				
Pépin de cassis			7		2						11	47	13	17	3			
Bertholletia elxesa			14		12			E 70			27							
Rosa Rubiginosa											17	46	32					
Sésame			9,2		5,4	0,4	0,3			0,2	39,6	44,1		0,4		0,7		1-1,5
Bourrache			11,2		5,3				0,3		18,2	35,8		20,3		3,6	2,3	
Callophyllum inophyllum			12,6		15,4	0,7		1			36,5	34,6						1,5
Noyau d'Abricot			5		1				1,5		64	28,5						
Amande		0,05	6,7	Traces	1,6				0,3		68	22,9		0,07		0,07	0,15	0,5
Noisette		0,05	5,61	Traces	1,6	0,1	Traces			0,15	75,5	16,3		0,2		Traces		0,3-0,7
Olive			14		2,5					1,7	66,7	13,9		0,5				
Kiarité			2,5		41	1,2		E 0,2			46	8				0,1	0,1	
Moringa drahourthili		Traces	8,5		5,4	3,1	2	E 9,9	2		72,3	2,1						Stérols
Jojo Le			1			1					12					70	20	

Les acides gras saturés

C12 Acide laurique
 C14 Acide Myristique
 C16 Acide Palmitique
 C18 Acide Stéarique
 C20 Acide arachidique

Les acides gras insaturés

C16/1 : Acide palmitoléique n - 7
 C18/1 : Acide oléique n - 9
 C18/2 : Acide Linoléique n - 6
 C18/3 : N – 6 acide gamma linoléique et N – 3 alpha linoléique
 C18/4 : Acide Stéaridonique n - 3
 C20/1 : Acide licosénoïque
 C22/1 : Acide erucique (cancérigène : tolérance 5

Utilisations des huiles de sésame

- L'huile industrielle, extraite à chaud ou par solvant, est utilisée en margarinerie, savonnerie et pour la préparation de peinture.
- L'huile extraite par un alcool trouve usages en pharmacie et dans la préparation d'insecticides. En parfumerie, elle sert d'huile d'enfleurage.

L'huile de sésame peut être utilisée dans tous produits cosmétiques finis comme actif ou support de la phase grasse, sans limitation de proportion.

2.2.3. RESULTAT ANALYTIQUE DE LA TENEUR EN HUILE DES GRAINES DE SESAME DE MADAGASCAR :

2.2.3.1. Objet :

Cette extraction a pour objet de décrire une méthode de détermination de la partie extractible de la matière grasse libre des graines de sésame de Madagascar.

2.2.3.2. Définition :

On entend par matière grasse libre des graines de sésame la matière grasse extraite selon la technique décrite ci-dessous.

2.2.3.3. Principe :

- Extraction de l'échantillon séché, par de n hexane technique ou de l'éther de pétrole.
- Elimination du solvant par évaporation, séchage du résidu puis pesée après refroidissement.

2.2.3.4. Réactifs :

- n hexane technique ou éther de pétrole, distillant entre 40 et 60°C et ayant un indice de brome inférieur à 1. Au cours de cette extraction, on utilise l'éther de pétrole.
- Régularisateur d'ébullition

2.2.3.5. Appareillage :

- Soxhelt : rampe d'extraction de la matière grasse
- Matériel courant de laboratoire
 - Cartouche d'extraction garnie de papier filtre et dégraissée
 - Coton dégraissé
 - Bain de sable, bain-marie
 - Etuve électrique
 - Dessiccateur garni d'un déshydratant
 - Balance analytique
 - Distillateur BUCHI 430
 - Rotavator : séchage de solvant

2.2.3.6. Mode opératoire :**a) Préparation de l'échantillon**

- Broyer et mélanger un échantillon représentatif de 200g

L'opération de broyage s'effectue plus précisément avant la prise d'essai avant le peser.

- Remplir complètement un flacon étanche avec l'échantillon et conserver celui-ci de façon à éviter sa détérioration et tout changement dans sa composition.
- Analyser l'échantillon aussi vite que possible, mais toujours dans les 24 heures
- Sécher l'échantillon.

b) Prise d'essai

- prélever 3 à 5g d'échantillon
- Sécher avec une quantité de sulfate de sodium anhydre d'une manière à ce que la matière se détache facilement du récipient où se fait la trituration.

c) Détermination

- Sécher pendant une heure à l'étuve réglée à 103°C la fiole de l'appareil d'extraction des régularisateurs d'ébullition. Laisser refroidir la fiole jusqu'à ce que la température soit ambiante dans le dessiccateur et peser 1mg près. Soit M_0 cette masse.

- Transvaser quantitativement la prise d'essai dans la cartouche d'extraction. Enlever les dernières traces de la prise d'essai séchée de la capsule en utilisant un coton humidifié avec le solvant d'extraction et en mettant celui-ci dans la cartouche.

- Placer la cartouche dans l'appareil d'extraction
- Verser dans le matras de l'appareil d'extraction, un volume de solvant d'extraction égal à 1,5 à 2 fois à peu près de la capacité du tube intérieur de l'appareil
- Ajuster la fiole à l'appareil d'extraction.
- Chauffer la fiole au bain de sable ou au bain-marie pendant quelques heures (6 à 8 heures)
- Après extraction, prendre le matras contenant le liquide provenant de l'extraction et éliminer par distillation le solvant
- Sécher la fiole pendant une heure à l'étuve à 103°C environ et, après refroidissement, à la température ambiante dans le dessiccateur, peser à 1 mg près, soit M_1 cette masse.

2.2.3.7. Résultat :

On effectue deux déterminations en appliquant la formule

$$\text{M.G \%} = \frac{(M_1 - M_0) \times 100}{E}$$

M_0 : masse en grammes, de la fiole et des régularisateurs d'ébullition

M_1 : masse en grammes, de la fiole, des régularisateurs et de la matière grasse après séchage

E : masse en grammes de la prise d'essai.

Première détermination

$$M_0 = 91,7262$$

$$M_1 = 92,8883$$

$$E = 2,5506 \quad 100$$

$$\text{M.G\%} = (92,8883 - 91,7262) \times \frac{100}{2,5506}$$

$$\text{M.G}_1 \% = 45,5618 \approx 45,6\%$$

Deuxième détermination

$$M_0 = 98,1195$$

$$M_1 = 99,0282$$

$$E = 1,9412 \quad 100$$

$$\text{M.G\%} = (99,0282 - 98,1195) \times \frac{100}{1,9412}$$

$$\text{M.G}_2 \% = 46,8112 \approx 46,8\%$$

Tableau N°26 : **Teneur en matière grasse libre du sésame à Madagascar**

ODEUR	INODORE
Couleur	Jaune pâle
1 ^{ère} détermination	45,6%
2 ^{ème} détermination	46,8%
Moyenne	46,19%

Source : Auteur

On prend comme résultat la moyenne arithmétique des déterminants.

2.2.4. CARACTERISTIQUES DE LA PROTEINE :

Les protéines occupent une place prépondérante en biologie puisqu'elles représentent 50% ou plus du poids sec total des organismes vivants.

Les protéines sont des composés à haut poids moléculaire jouant un rôle fondamental dans la structure et le fonctionnement des organismes vivants.

En général, quatre variétés de sésame : noir, brun, blanc, jaune, sont les plus étudiées.

Le tableau suivant montre les compositions de ces quatre variétés de graines de sésame.

Tableau N° 27 : Analyse de la farine des graines de sésame.

ANALYSE	ECHANTILLON DE GRAINES DE SESAME			
	Noir	Brun	Blanc	Jaune
Humidité (%)	4,73	4,12	4,14	4,28
Cendre (%)	4,06	5,19	10,1	6,09
Protéine brute (%)	17,2	20,2	20,8	22,0
Protéine digestible (%)	17,2	20,2	20,8	13,0
Fibre brute (%)	19,6	18,6	14,2	13,0
Lignine (%)	22,6	22,3	11,5	4,45
Huile brute (%)	35,8	41,3	34,6	53,8
Hydrate de carbone total (%)	9,19	10,3	9,19	6,85
Sucre soluble (%)	6,13	6,67	6,67	5,04
Indice de saponification (MgKO4 /g)	188	199	189	178
Indice d'Iode	106	110	106	112
Peroxyde (mg/kg)	10,5	10,7	10,5	11,3

Source : food chemistry, 1993

Le pourcentage de protéine digestible est identique à celui de protéine brute. Les protéines des graines de sésame sont des protéines de qualité.

Tableau N°28 **Les acides aminés des graines de sésame :**

ACIDES AMINES	CONCENTRATION EN g / 16g N			
	Noir	Brun	Blanc	Jaune
Lysine	1,83	2,88	2,57	4,66
Histidine	2,338	2,55	2,67	4,72
Arginine	6,80	11,7	12,5	22,6
Acide aspartique	7,28	6,31	9,19	13,5
Thréonine	3,02	4,36	3,23	4,73
Sérine	3,81	4,23	4,26	7,13
Acide glutamique	14,7	21,5	22,8	32,2
Proline	3,24	4,02	4,72	8,49
Glycine	3,88	4,89	5,14	7,97
Alanine	3,40	4,01	4,45	6,53
Cystéine	3,04	3,88	3,86	4,67
Valine	3,72	4,53	4,11	6,36
Méthionine	1,83	3,43	2,99	3,70
Isoleucine	3,30	3,52	3,28	5,15
Leucine	6,08	6,77	7,51	10,38
Tryptophane	0,31	1,72	2,05	4,57
Phénylalanine	5,82	3,81	2,96	4,02
Tyrosine	0,31	1,72	2,05	4,57

Source : food chemistry, 1993

La variété jaune a le pourcentage élevé des acides aminés par rapport aux autres variétés.

La variété noire a un faible taux de tryptophane et tyrosine, de même en lysine, méthionine, tryptophane, alanine et tyramine que le riz.

Le sésame contient 3 – 4 % de méthionine, un acide aminé essentiel, exigé dans la nourriture du bétail, spécialement dans la nourriture des poussins et pour le développement de la qualité des œufs.

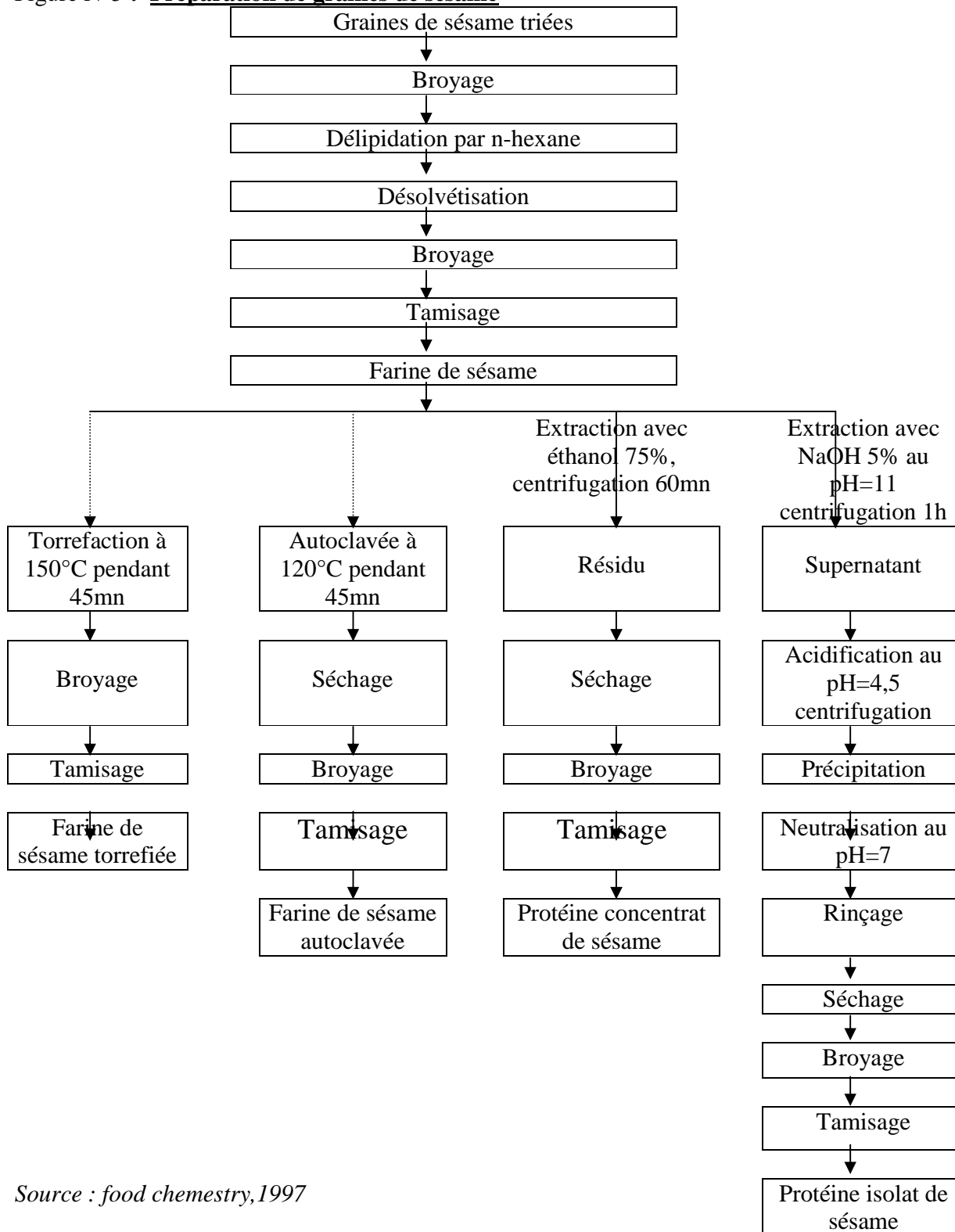
La protéine de sésame a un taux insuffisant de lysine. Elle est donc mangée avec les céréales, ces derniers sont nécessaires comme supplément de cette déficience en acide aminé.

Le problème majeur de la nutrition, pour le développement d'un pays, est la malnutrition en protéine. Ce problème aigu est dû par l'insuffisance de la production agricole et l'approvisionnement limité de protéine de qualité. Par conséquent, il est mieux d'étudier ou de chercher d'avoir des protéines améliorées ou des protéines de haute qualité.

2.2.4.1. Méthode d'obtention des différentes qualités de protéine.

Les graines de sésame sont obtenues au marché. Les matières étrangères et les graines moisées sont enlevées.

Figure N°5 : **Préparation de graines de sésame**



Source : food chemistry, 1997

Les produits de sésame obtenus sont rebroyés et retirés en les passant au tamis à maille de 80 μm . Après, ils sont entrés dans une étuve à air hermétique et gardés au 4°C jusqu'à leur utilisation.

2.2.4.2. Caractéristiques du pain fabriqué avec le mélange farine de blé – farines de sésame

a) Préparation du mélange produit de sésame – farine de blé

La farine de blé utilisée est de 72%. Les produits de sésame à remplacer la farine de blé varient de 14%, 16%, 18% et 20%.

Tableau N°29 **Composition chimique de farine de blé et produits de sésame**

PRODUITS	HUMIDITE (%)	PROTEINE BRUTE (%)	ETHER EXTRAIT (%)	FIBRE BRUTE (%)	CENDRE (%)	HYDRATE DE CARBONE (%)
Farine de sésame	9,20	55,7	1,64	3,41	9,83	29,4
Farine de sésame torréfiée	8,76	57,1	1,73	4,01	9,02	28,1
Farine de sésame autoclavée	9,31	54,8	1,80	4,21	10,16	29,0
Protéine isolat de sésame	6,61	87,0	1,10	0,91	4,68	6,30
Protéine concentrat de sésame	7,21	62,3	1,20	4,36	10,97	21 ,2
Farine de blé	12,68	12,3	1,42	1,30	1,18	83,8

Source : *food chemistry*, 1997

La protéine isolat du sésame a le taux le plus élevé de protéine.

La protéine concentrat de sésame produit plus en fibre et en cendre par rapport aux autres produits. Par conséquent, l'addition des produits de sésame à la farine de blé aurait augmenté le taux de protéine et de la cendre contenue dans le pain.

b) Détermination des propriétés physiques de la pâte

Les propriétés physiques à déterminer sont :

- * absorption d'eau
- * temps de développement de la pâte
- * temps de stabilisation
- * « weaking » de la pâte

Tableau N° 30 **Propriétés de mélange de produits de sésame et farine de blé par le farinographe**

PRODUITS	COMPOSITION DE MELANGE (%)		NIVEAU DE PROTEINE (%)	ABSORPTION D'EAU (%)	TEMPS DE DEVELOPPEMENT (MN)	TEMPS DE STABILISATION (MN)	WEAKING (BU)
	Produits de sésame (%)	Farine de blé (%)					
Farine de blé	0,00	100	12,3	58,9	1,5	4,5	80
Farine de sésame	3,91	96,09	14	59,7	3,5	2,5	110
	8,53	91,47	16	60,3	3,5	2,5	130
	13,15	86,85	18	61,5	3,0	2,0	140
	17,77	82,23	20	61,9	3,0	2,0	160
Farine de sésame torréfiée	3,78	96,22	14	61,5	3,5	2,5	120
	8,25	97,75	16	62,2	3,5	2,5	120
	12,73	87,27	18	62,9	3,0	2,0	140
	17,20	82,80	20	62,9	3,0	2,0	150
Protéine isolée	2,26	97,74	14	62,7	3,5	3,5	130
	4,94	95,06	16	63,5	3,0	3,5	130
	7,62	92,38	18	64,1	3,0	3,5	150
	10,29	89,76	20	64,9	3,0	3,0	160
Protéine concentrée	3,38	96,62	14	61,9	4,0	4,0	90
	7,38	92,62	16	62,5	3,5	4,0	120
	11,38	88,62	18	63,1	3,5	3,5	130
	15,38	84,62	20	63,9	3,0	3,5	140

Source : food chemistry, 1997

* L'absorption d'eau :

Elle est augmentée significativement par l'addition des produits de sésame. En général, la farine de blé mélangée avec la protéine isolée et concentrée de sésame et farine de sésame autoclavée ont une absorption d'eau importante que le mélange farine de blé et farine de sésame torréfiée.

L'augmentation de l'absorption d'eau est donc due par l'addition des produits de sésame dans le mélange. Celle-ci montre la capacité d'hydratation des produits de sésame, spécialement la protéine isolée de sésame.

* Le temps de développement de la pâte :

Le mélange farine de blé et produits de sésame a un temps de développement plus large que la farine de blé seulement, surtout le mélange farine de blé et protéine concentrée de sésame. Cette augmentation de temps de développement de la pâte est due à la différence des propriétés physiques et chimiques des produits de sésame et celles de la farine de blé.

* Le temps de stabilisation de la pâte :

L'addition des produits de sésame dans la farine de blé demeure la période de stabilisation de la pâte.

* « Weaking » de la pâte

Cette propriété physique augmente par l'addition des produits de sésame à l'exception du mélange farine de blé et protéine concentrat de sésame à un niveau de protéine 14%. Cette observation est due :

- . à la présence de groupe de sulfhydryle dans le sésame qui adoucit la pâte
- . à la diminution de gluten dans la farine de blé par l'effet de dilution
- . à la compétition entre protéine de sésame et farine de blé pour eau.

c) Propriétés du pain obtenu :

Le volume du pain obtenu par le mélange diminue par rapport au volume du pain fabriqué par la farine de blé pure. Mais il n'y a pas de différence significative sur la couleur du croûte, la couleur de mie, la texture et la saveur.

* Composition chimique du pain :

Tableau N° 31 : La composition chimique du pain fortifié par les produits du sésame

ECHANTILLON DU PAIN	PROTEINE BRUTE (%)	ETHER EXTRAIT (%)	FIBRE BRUTE (%)	CENDRE (%)	HYDRATE DE CARBONE TOTAL (%)
Farine de blé pure	12,6	1,38	1,26	1,25	83,5
Farine de sésame a	16,2	1,52	1,73	2,43	78,1
Farine de sésame torréfiée a	16,3	1,59	1,80	2,20	78,2
Farine de sésame autoclavée a	16,2	1,63	1,86	2,83	77,5
Protéine de sésame isolée b	18,4	0,94	1,02	1,84	77,8
Protéine concentrat de sésame a	16,2	1,11	1,92	2,90	77,8

a : Niveau de protéine 16%

b : Niveau de protéine 18%

Source : food chemistry, 1997

L'addition des produits de sésame à la farine de blé augmente significativement le taux de protéine, 12,6% pour la farine de blé et 18,42% pour le pain qui contient de protéine isolée de sésame.

Mais il n'y a pas de différence significative sur le taux de graisse observé entre le pain en farine de blé et celui en farine de blé mélangée aux produits de sésame sauf le taux faible de graisse du pain contenant de protéine isolée du sésame. De même, la fibre brute de la protéine isolée de sésame diminue par rapport à la fibre brute de la farine de blé.

Le taux de cendre augmente et l'hydrate de carbone diminue à cause de l'addition des produits de sésame à la farine de blé.

* les minéraux dans le pain

Tableau N° 32 **Les minéraux contenus dans le pain de blé fortifié par les produits du sésame**

ECHANTILLON DU PAIN	MICRO-ELEMENTS (mg/100g)				MACRO-ELEMENTS (mg/100g)				
	Cu	Zn	Fe	Mn	Mg	Na	Ca	K	P
Farine de blé	0,42	2,06	3,12	1,27	66,3	4,61	98,4	100	120
Farine de sésame a	1,73	6,33	4,41	1,73	190	420	121	140	140
Farine de sésame torréfiée a	1,52	6,51	4,53	1,62	210	440	118	150	137
Farine de sésame autoclavée a	1,85	5,62	4,36	1,60	200	430	131	145	141
Protéine isolée du sésame b	0,93	2,43	3,91	1,31	120	561	90	80	109
Protéine concentrat du sésame a	2,10	9,82	4,92	1,80	220	480	142	150	165

Source : food chemistry, 1997

a : Niveau de protéine 16%

b : Niveau de protéine 18%

Ces résultats montrent l'augmentation de tous les taux des minéraux dans les pains. Ces résultats sont surtout liés par le fait que les produits de sésame ont des sources importantes des minéraux.

Les pains obtenus avec la protéine concentrat de sésame ont des taux élevés de micro et de macro-éléments que les autres échantillons du pain.(Tableau n° 32).

L'addition des produits de sésame au pain augmente la concentration des a.a essentiels : valine, lysine, leucine (à l'exception de farine de sésame) et le total des a.a sulfureux (sauf la farine de sésame, la farine auto clavée). Le taux de lysine contenu dans le pain aux produits de sésame augmente de 80 à 125% comparé à la farine de blé.

Tableau N° 33 : **Les acides aminés du pain**

LES ACIDES AMINES	FARINE DE BLE	FARINE DE SESAME A	FARINE DE SESAME TORREFIEE A	FARINE DE SESAME AUTOCLAVEE A	PROTEINE ISOLATE DU SESAME B	PROTEINE CONCENTRAT DU SESAME A
Thréonine	3,06	2,70	3,20	3,29	2,99	2,87
Cystine	1,75	1,86	2,33	1,52	1,45	1,44
Méthionine	1,29	1,15	1,59	1,10	1,70	1,65
Total d'a.a sulfureux	3,04	3,01	3,92	2,62	3,15	3,09
Tyrosine	4,44	4,61	2,67	4,02	3,76	3,81
Phénylalanine	5,26	5,04	5,31	5,21	5,32	5,13
Total d'a.a aromatique	9,70	9,65	7,98	9,23	9,08	8,94
Isoleucine	4,08	3,92	4,06	4,16	4,11	4,14
Leucine	7,46	7,37	7,68	7,46	7,71	7,86
Lysine	1,88	3,75	3,38	4,23	4,16	3,99
Valine	4,95	4,95	5,35	5,47	5,54	5,55
Tryptophane	0,98	0,70	0,60	0,70	0,80	0,92
Total d'a.a essentiels	35,2	36,1	36,2	37,2	37,5	37,4
Acide aspartique	4,50	5,42	5,37	5,97	5,64	6,03
Acide glutamique	29,5	25,8	25,8	24,5	23,2	22,9
Proline	12,3	10,8	10,7	9,38	10,2	8,93
Sérine	5,29	5,14	5,47	4,81	4,62	6,07
Glycine	4,11	4,63	4,49	4,95	4,88	5,12
Alanine	3,43	4,00	3,93	4,54	4,43	4,84
Arginine	3,83	5,20	5,61	5,47	6,63	5,93
Histidine	1,89	3,01	2,47	3,31	2,88	2,80
Total a.a non essentiels	64,9	64,0	63,8	62,8	62,5	62,64

Source : food chemistry, 1997

a.a sulfureux : cys + Met

a.a aromatique : Tyr + Phe

a.a essentiels : Thr + cys + Met + Tyr + Phe + Iso + Leu + Lys + Val + Try

A : Niveau de protéine 16%

B : Niveau de protéine 18%

2.2.4.3. Utilisations de la farine de sésame

♦ Alimentation infantile

* Selon l'expérience déjà faite, 53 enfants soumis à un régime macrobiotique (RM), étaient appariés à 57 enfants témoins (T).

Dans le groupe RM, les aliments complémentaires sont introduits à 4 à 8 mois en moyenne et consistent en une bouillie de céréales à l'eau suivie plus tard des légumes, farine ou graine de sésame et des haricots.

Pour tous les groupes d'âge, les apports d'énergie, de protéine, de graisse, de calcium, de riboflavine et de vitamine B12 sont significativement moindres chez les enfants RM alors que leurs apports en polysaccharides, fibre, fer et thiamine sont plus élevés que ceux des T.

Le régime de sevrage macrobiotique est bourratif avec une densité faible en énergie et un contenu élevé en fibre. L'apport protéique des enfants RM représente seulement 80% des apports recommandés à 6-8 mois, et à 8mois, 69% de ces apports ont une origine végétale.

L'apport en Ca est de 280 mg/j. Le régime macrobiotique est supplémenté en graisses, poissons gras et produits laitiers.

* En Egypte, l'aliment optimum pour les enfants après sevrage (plus de 6 mois) contient :

23-29% farine de froment

19-35% farine de « cowpea »

15-22% farine ou graine de sésame

5-15% poudre de lait délipidé

7-9% huile de graine de coton

5% sucre

♦ Effet de la teneur en protéines de rations à base de soja ou de sésame sur la croissance du lapin :

Dans toutes les rations, les protéines ont été apportées uniquement par du tourteau de soja (11 à 29% de protéine) et du tourteau de sésame (13 à 25% de protéine).

Pour les deux types de protéines, la croissance est améliorée jusqu'à un seuil de 17-18% de protéines. L'indice de consommation a été pratiquement constant avec le sésame.

L'étude de la composition en acides aminés de ces rations montre que les besoins en lysine sont probablement très largement surestimés.

2.2.4.4. Résultat analytique du dosage de l'azote (protéine) dans les graines de sésame de Madagascar

a –Principe

L'azote total est dosé par la minéralisation à l'acide sulfurique selon la méthode Kjeldahl, l'ammoniaque obtenue est déplacée par une solution concentrée d'hydroxyde de sodium, recueillie dans une solution tampon d'acide borique et titrée.

b –Matériel

* matériel courant en laboratoire

- * appareil à homogénéiser
- * balance analytique (pesant au mg près)
- * hotte
- * grille de minéralisation
- * minéralisateur BUCHI 430
- * chauffe-ballon électrique
- * matras Kjeldahl de 300ml en verre Pyrex
- * boule en verre pédiculée ou petit entonnoir
- * feuille de papier à cigarette non gommée
- * fiole jaugée de 250ml
- * burette de 25ml graduée en 1/10 de ml
- * pipettes de 5ml
- * éprouvette de 30ml

c – Réactifs

Tous les réactifs doivent être de qualité analytique :

- . acide sulfurique concentré exempt d'azote ($\rho_{20} = 1,8 \text{ g/ml}$)
- . catalyseurs de minéralisation
 - * sulfate de potassium (K_2SO_4) ... 100g
 - * Sulfate de cuivre cristallisé ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) ... 10g

Ces catalyseurs sont broyés et homogénéisés soigneusement.

- . Solution d'acide borique avec colorant :
 - * dissoudre 40 g d'acide borique dans de l'eau bouillante dans une fiole jaugée d'un litre et laisser refroidir ;
 - * ajouter 10ml du mélange de colorants,
 - 2 parties de rouge de méthyle en solution à 0,2% dans de l'alcool à 95°
 - 1 partie de bleu de méthylène en solution à 0,2% dans de l'alcool à 95°
- . Solution concentrée d'hydroxyde de sodium ($\rho_{20} = 1,33 \text{ g/ml}$), (lessive de soude)
- . Solution d'acide sulfurique exactement titrée, environ 0,02N

d – Mode opératoire

- Minéralisation :

- . Broyer et homogénéiser un échantillon représentatif de 200 g environ en opérant suffisamment vite pour éviter que le produit ne se déshydrate.
- . Peser à 1mg près P grammes d'échantillon sur une feuille de papier à cigarette non gommée ;
- . Rouler la feuille de papier à cigarette autour de la prise d'essai, l'introduire dans le matras et ajouter 1 bille de verre, 3 grammes de catalyseur, 25 ml d'acide sulfurique concentré ;

. Sous hotte bien ventilée, chauffer doucement en agitant au début jusqu'à la disparition de tout fragment de l'échantillon : il est pratique de la laisser à froid sous une hotte pendant toute une nuit et de reprendre le chauffage le lendemain matin ;

. Poursuivre doucement le chauffage pour déshydrater et carboniser la masse ; agiter souvent au début ; surveiller la formation de mousses parfois abondantes avec les produits gras ; éventuellement pour les réduire, ajouter goutte à goutte quelques ml d'alcool éthylique sans interrompre le chauffage ;

. Quand les fumées blanches d'acide sulfurique apparaissent, coiffer l'extrémité du col de matras d'un petit entonnoir, ou mieux d'une boule en verre pédiculée, pourvue d'un trou de respiration, de façon à provoquer un reflux ;

. Chauffer plus fortement et poursuivre le chauffage jusqu'à la limpidité du liquide et à une coloration verte stable ;

. Maintenir alors l'ébullition pendant 2 heures ;

. Laisser refroidir et ajouter de l'eau en agitant et en prenant les précautions d'usage ;

. Transvaser quantitativement dans une fiole jaugée de 250ml ;

. Laisser refroidir et ajouter.

- Dosage :

. alimenter en eau le réfrigérant ;

. purger l'appareil en y faisant passer de la vapeur d'eau pendant 20 à 30mn ;

. stopper l'arrivée de vapeur en fermant le gaz ;

. évacuer l'eau accumulée dans la nacelle centrale, en ouvrant la pince qui ferme le tuyau de vidange relié à l'évier et en envoyant un courant d'eau chaude de 50 à 60°C (1l environ par l'entonnoir central) ;

. refermer la pince ;

. mettre dans un bêcher de 250 ml ;

- 5 ml de solution d'acide borique avec le colorant

- 5 ml environ d'eau

. adapter, à l'extrémité du réfrigérant, l'allonge, la pointe doit plonger dans le liquide du bêcher ;

. envoyer la vapeur d'eau dans l'appareil en rallumant le gaz ;

. introduire dans la nacelle centrale en ouvrant le robinet 5 ml de la solution à doser. Rincer rapidement avec très peu d'eau pour entraîner tout le liquide à l'intérieur,

. ajouter 20 ml environ de solution concentrée d'hydroxyde de sodium, rincer ;

. entre toutes ces opérations, le robinet doit être refermé pour éviter tout dégagement de l'ammoniaque à l'extérieur ;

. quand le colorant vire au vert, continuer l'entraînement pendant 10 mn ;

. retirer le bêcher, rincer la tulipe en recueillant les eaux de rinçage dans le bêcher ;

. titrer directement dans le bêcher avec la solution d'acide sulfurique 0,02 N environ jusqu'au virage au mauve.

e – Résultat

$$N\% = \frac{V \times n \times 14 \times 6,25 \times 10^{-3} \times 10^2}{Pe}$$

$$n = 0,1 \text{ N}$$

$$N\% = \frac{V \times 8,75}{Pe}$$

N%

N : titre en acide sulfurique

V : volume d'acide sulfurique de titre n utilisé

Pe : poids, en grammes, de la prise d'essai

Protéine brute	$V_1 = 10,6 \text{ cc}$	$Pe_1 = 4,976$	$N_1 = 18,64\%$
	$V_2 = 10,6 \text{ cc}$	$Pe_2 = 0,475$	$N_2 = 19,34\%$
Protéine brute	$V_1' = 9,6$	$Pe_1' = 0,2661$	$N_1' = 31,56\%$
Après délipidation	$V_2' = 10,9$	$Pe_1' = 0,2886$	$N_2' = 33,04\%$

Tableau N° 34 : **Teneur en protéine du sésame à Madagascar**

	1 ^{ER} DOSAGE	2 ^{EME} DOSAGE	MOYENNE
Protéine brute (%)	18,64	19,34	19%
Protéine après délipidation (%)	31,56	33,04	32,30%

Source : Auteur

2.2.5.4. Recettes au sésame- Pain au malt (7 céréales)

- . mie brune avec quelques graines entières, d'autres concassies, tranches carrées
- . volume du pain : 400g
- . seigle, malte, tournesol, lin, sésame, maïs, avoine

On peut se régaler durant 9 à 10 jours.

* Pain au tournesol (8 céréales)

- . mie beige-jaune avec des graines, dense
- . texture très agréable à cause de la présence des graines qui apportent également des éclats, de saveur
- . excellent au petit déjeuner avec les fromages ou les charcuteries fumées
- . volume : 400g
- . froment, seigle, tournesol, lin, soja, maïs, avoine, sésame

On peut le régaler durant 9 – 10 jours

* Pain au Muesli

- . mie beige, noisette, raisins secs, tranche carrée
- . saveur très sucrée (avec des notes un peu amères agréables, qui structurent la douceur)
- . pain de petit déjeuner (ou de goûter) extrêmement énergétique
- . volume 400 g
- . les 7 céréales du pain au malt + noix = raisin = noisette

On peut se régaler durant 5 – 6 jours

* Pain noir

- . mie brune avec grains très présents, très denses
- . sucrée, très parfumée
- . délicieux avec les poissons fumés (saumon, truites, anguilles, harengs)
- . volume : 3kg
- . seigle intégral, graines de seigle concassées, sésame

On peut se régaler durant 10 jours à 1 mois en fonction de volume.

* Tahini

C'est une pâte épaisse fabriquée à partir du tourteau de sésame en Asie et au Moyen-Orient. Le tahini est le plus souvent additionné à la sauce, au pain, au sandwich. Il est utilisé comme l'arôme végétal et fruits des mets.

Composition de tahini :

Pour faire ½ coupe de tahini : mettre 2 cuillerées de graine de sésame et broyer jusqu' à l'obtention d'une pâte lisse. Additionner une demie de cuillerée du thé d'huile de sésame, un ¼ de cuillerée du thé du sel et verser lentement un ¼ de coupe d'eau tiède. Mélanger jusqu'à ce que la pâte soit lisse.

Le tahini peut remplacer le beurre d'arachide.

Il a un goût agréable avec : le pain ; le petit pain ; le cake ; la brioche ; des végétales comme les haricots verts, le riz, les viandes, la nouille (pâte alimentaire à base de semoule de blé dur et coupée en lanières minces, déshydratée et prête à l'emploi culinaire), la sauce et le sandwich.

15 g de tahini fournit :

- 90 calories
- 3 g de protéine
- 8 g de graisse
- 3 g d'hydrate de carbone
- 0,7 mg de fer
- 1 mg de vitamine C
- 10 UI de vitamine A

* cold sésame noodles : pour 4 personnes

Ingrédients :

- 3 cuillerées de sauce de soja
- 3 cuillerées de vinaigre
- 1 cuillerée à café de sucre
- 3 cuillerées de pâte de sésame
- 3 cuillerées d'huile de sésame
- 1 cuillerée à café d'huile de piment (facultatif)
- 1 cuillerée fraîchement râpé de gingembre solé
- 500 g de nouilles
- 3 à 4 cuillerées de graines de sésame grillées

Préparation :

Dans un grand bol, combiner la sauce de soja, vinaigre et sucre. Remuer pour dissoudre. Additionner la pâte de sésame, l'huile de sésame, l'huile de piment et gingembre et remuer pour mélanger. Amener une casserole à eau à bouillir, additionner du sel puis des nouilles et les faire cuire juste tendre. Assécher les nouilles, additionner la sauce de sésame, agiter pour couvrir les nouilles. Saupoudrer avec de graines de sésame avant de servir. Servir à froid.

Profil nutritionnel de sésame

- * 1 once de graines de sésame fournit des protéines identiques à 8 onces de lait
- * 8g de graines de sésame avait 47 calories et fournissent :
 - 2,1 g de protéine
 - 4,4 g de matière grasse
 - 0,8 g d'hydrate de carbone
 - 10 mg de Ca
 - 0,6 mg de fer
 - 5 UI de vitamine A
- * 29 g d'huile de sésame fournit :
 - 253 calories
 - 29 g de graisse

CONCLUSION

Le sésame qui est une plante annuelle s'adapte très bien à Madagascar, grâce aux conditions écologiques et édaphiques typiques de la côte est et la nord ouest et des hautes terres.

Ses huiles dépourvues de cholestérol renferment de tocophérol qui est indispensable à la santé humaine.

Par rapport aux autres plantes riches en protéine, le sésame ne donne que de très faible rendement à l'hectare mais sa protéine de qualité, mélangés aux autres farines, pourrait améliorer la qualité des produits fabriqués.

- PARTIE III : ETUDE DES OPPORTUNITES ECONOMIQUES DU SESAME

Dans cette partie, nous allons voir d'une part la place du sésame sur le marché mondial et d'autre part l'étude de la filière paysannale dans la région d'Ivoina Toamasina.

III.1. PLACE DU SESAME SUR LE MARCHE MONDIAL

3.1.1. LES PAYS PRODUCTEURS :

La production mondiale du sésame est assurée, essentiellement, par des petits exploitants des pays en voie de développement de la zone tropicale sèche ; elle avoisine deux millions de tonnes par an issues de 65 pays, parmi lesquels l'Inde qui est le premier producteur mondial avec un tiers des superficies et un quart de la production. Parmi les pays africains francophones, le Burkina-Faso, le Tchad et la RCA, bien que petits producteurs, ils tirent du sésame une partie non négligeable de leurs ressources oléagineuses et de leurs exportations agricoles.

3.1.2. LA PRODUCTION MONDIALE DU SESAME :

Aux années 70, bien que l'Inde possède 46,5% de la superficie mondiale en sésame, la production représente seulement 27,9% de la production mondiale. Les bas rendements obtenus localement 180kg / h contre 740 kg / ha dans le reste du monde sont dus à un désintérêt total pour les problèmes d'agriculture d'expansions et de recherche.

Depuis une décennie, le sésame est cultivé de manière significative dans ces plus de 60 pays, mais les plus gros producteurs qui sont des asiatiques comme l'Inde, la Chine, le Myanmar, le Bangladesh qui représentent 59 % des surfaces et 75% de la production. L'Inde est le principal producteur mondial avec 34% des superficies et 33% de la production grâce à l'amélioration de productivité en Inde obtenue dans le cadre du programme ALCOPRO, les rendements sont passés de 240 à 340 kg / ha.

Tableau N° 35 : Superficie en millions d'hectares

ANNEE PAYS	1983/85 MOYENNE	1994	1995
Monde	6,44	7,14	7,87
Afrique	1,62	2,12	2,39
Soudan	0,91	1,34	1,56
Ouganda	0,08	0,16	0,17
Amérique	0,33	0,21	0,22
Mexique	0,15	0,05	0,05
Asie	4,50	4,76	5,26
Inde	2,18	2,47	2,70
Chine	0,90	0,60	0,60
Myanmar	0,90	1,13	1,39

Source FAO, 1997

Tableau N° 36 : **Production en millions de tonnes**

ANNEE PAYS	1983 /1985 MOYENNE	1994	1995
Monde	2,12	2,66	2,76
Afrique	0,42	0,51	0,54
Soudan	0,15	0,17	0,19
Ouganda	0,04	0,07	0,07
Amérique	0,18	0,15	0,16
Mexique	0,07	0,05	0,05
Asie	1,52	2,00	2,07
Inde	0,53	0,84	0,92
Chine	0,51	0,55	0,55
Myanmar	0,22	0,30	0,30

Source FAO, 1997

En Afrique, le sésame est cultivé dans 25 pays mais sa production représente un peu moins de 20% du total mondial. Le Soudan et l'Ouganda représentent à eux même de 50% de la production africaine.

La production mondiale semblait être stabilisée autour de 2,3 millions de tonnes.

On assiste cependant à une forte reprise depuis 1994. En 1995-96, la récolte atteint près de 2,8 millions de tonnes. Cette augmentation est due à un accroissement des superficies et elle est liée en partie à l'amélioration de la productivité en Inde.

Globalement, la production mondiale de sésame a augmenté de 2,5% (+520.000 t) entre 1991 et 1995.

Les performances, en terme de rendement, sont très inégales selon le niveau des intrants utilisés :

763 kg / ha en Amérique du Nord

564 kg / ha en Amérique du Sud

393 kg / ha en Asie dont 213 kg / ha en Myanmar, 900 kg / ha en Chine

125 à 450 kg / ha en Afrique

3.1.3. L'EVOLUTION DU MARCHE DU SESAME

Le commerce international du sésame est autrefois (années 70,80) restreint, portant sur moins de 15% de la production, ce qui représente environ 2% (base huile) du marché mondial des huiles végétales alimentaires. Toutefois, les transactions internationales se font en graines presque exclusivement, ce qui correspond à une valorisation de la production (utilisée en pâtisserie) bien supérieure à celle procurée par l'huile, alors que les pays producteurs triturent et consomment avec l'huile une part importante de leur récolte : ceci explique les bas prix d'achat proposés à l'agriculteur africain.

Tableau N° 37 : **Evolution du marché du sésame pour les graines sur des périodes de 5 ans**

	PRODUCTION X 1000 T	EXPORTATIONS X 1000 T
1957 / 58 à 1961 / 62	1385	140
1972 / 73 à 1976 / 77	1749	211
1982 / 83 à 1986 / 87	2010	330
Prévisions Oil World		
1992 / 1993 à 1996 / 97	2359	460

Source : Oil world, en 1990

En mi-1990, les cours de la graine de sésame, en raison de ses utilisations multiples, ne suivent pas les fluctuations du marché des huiles végétales alimentaires.

Tableau N°38 **Cours de la graine de sésame en comparaison avec ceux des principaux oléagineux tropicaux**

OLEAGINEUX TROPICAUX	PRIX (\$ / TONNE)
Graines de sésame	1050
Graines d'arachide	480
Huile d'arachide	955
Huile de tournesol	505
Huile de soja	235
Huile de palme	292

Source : Philippe Dimanche, 1997

3.1.4. LES ECHANGES INTERNATIONAUX :

Le commerce mondial des produits du sésame (graines, huiles, tourteaux) ne porte que sur 0,6 millions de tonnes, soit 21% de la production mondiale. Ce qui témoigne l'importance de l'autoconsommation par les pays producteurs. Ce négoce est effectué essentiellement sur les graines (88%) suivies de loin par les tourteaux (8%) et l'huile (4%).

3.1.4.1. Les exportations

a) Les exportations de graines : portent sur 520.000 t et sont dominées par 5 pays qui assurent 62% du volume traité (Chine 19%, Myanmar 15%, Inde 11%, Soudan 10%, Guatemala 7%).

Le volume des exportations mondiales de graines a globalement augmenté de 90% entre 1992 et 1995 et l'on espère que cette hausse se poursuivra dans les années à venir, afin de satisfaire une demande mondiale (530.000 t) supérieure à l'offre (520.000 t).

Tableau N°39 : **Exportations mondiales de graines de sésame en milliers de tonnes**

	1995	1996
Monde	517,0	520,0
Salvador	10,6	10,6
Guatemala	30,0	35,0
Mexique	21,5	21,0
Venezuela	10,1	6,2
Myanmar	72,9	77,0
Chine	105,0	100,0
Hong-Kong	7,5	7,0
Inde	57,0	58,0
Pakistan	23,5	21,5
Thaïlande	15,5	19,0
Vietnam	15,7	11,5
Singapour	15,0	20,0
Soudan	54,0	20,0
Ouganda	12,6	13,0
Ethiopie	9,0	9,0
Autres pays	57,1	57,2

Source : Oil World, en 1997

b) Les exportations d'huile et de tourteau : sont très réduites avec respectivement 23.000t (Chine, Japon, Venezuela) et 48.000 t (Soudan, Chine et Inde)

Tableau N°40 **Exportations mondiales : Huile de sésame en milliers de tonnes**

	1995	1996
Monde	21,2	23,0
U.E 15	0,1	0,1
Etats-Unis	-	2,0
Venezuela	3,7	2,0
Chine	5,0	4,0
Japon	2,5	3,0
Autres pays	9,9	11,9

Source : Oil World, en 1997

Tableau N°41 : **Exportations mondiales : Tourteaux de sésame en milliers de tonnes**

	1995	1996
Monde	84,6	48,1
Soudan	23	14
Chine	26	9,5
Inde	14	8
Singapour	1,4	1,2
Autres pays	20	4,3

Source : Oil world , en 1997

Le taux d'autoconsommation des produits de sésame, pour les pays producteurs, demeure donc très élevé particulièrement pour les pays asiatiques (Inde 93%, Chine 79%, Myanmar 74%, Soudan 72%).

3.1.4.2. Les importations

Les importations mondiales suivent une hausse similaire (+10% de 1992 à 1995) et sont dominées par les pays asiatiques, notamment par le Japon qui représente plus de 27% de ce marché. La demande japonaise est en forte croissance (+ 26%) puisqu'elle est passée de 113.000 t en 1989 à 143.000 t en 1995-96. Ce marché est principalement couvert par les pays asiatiques, mais le Japon s'approvisionne de plus en plus en Afrique de l'Est, 5.840 t en Afrique de l'Ouest et du centre en 1995.

L'Union Européenne représente un marché beaucoup plus étroit, 52.500 t en 1995, bien qu'en forte progression. Les principaux importateurs de l'U.E sont les Pays-Bas (15.300 t), l'Allemagne (15.100 t), la Grèce (6.500 t) et le Royaume-Uni (6.300 t).

Les autres marchés d'importation sont principalement :

- * les USA : 40.505 t en 1996 contre 41.000 t en 1995
- * La Corée du Sud : 50.000 t en 1996 contre 47.000 t en 1995
- * Taïwan : stable à 33.000 t / an
- * Singapour : 28.000 t en 1996 contre 23.000 t en 1995
- * Turquie : stable à 34 – 36.000 t
- * Israël : stable à 20.000 t
- * Egypte : stable à 16 – 17.000 t.

Tableau N° 40 : **Importations mondiales : Graines de sésame en milliers de tonnes**

	1995	1996
Monde	518	521
Pays-Bas	11	15
Allemagne	14	15
Total U.E 15	45	52,5
Egypte	17	16
Etats-Unis	41	40,5
Israël	19	20
Japon	145	143
Singapour	23	28
Taïwan	33	33
Turquie	36	34
Corée du Sud	47	50
Arabie Saoudite	14	10,5
Autres pays	86	84

Source : Oil World, 1997

Tableau N° 41 : **Importations mondiales : Huile de sésame en milliers de tonnes**

	1995	1996
Monde	22,0	23,1
U.E 15	1,2	0,9
Etats-Unis	6,5	6,2
Hong-Kong	4,8	4,7
Autres pays	9,5	9,9

Source : Oil World, 1997

Tableau N° 42 : **Importations mondiales : Tourteaux de sésame en milliers de tonnes**

	1995	1996
Monde	84,4	48,1
Pays-Bas	16	4
Autres U.E	6	2
Indonésie	14,5	3
Malaisie	11,5	13
Singapour	2	2
Autres pays	-	19

Source : Oil world , en 1997

3.1.5. LES DETERMINANTS DE LA DEMANDE ET DES PRIX

3.1.5.1. La qualité des graines

La qualité des graines de sésame de diverses origines varie en fonction de la variété cultivée et en fonction des conditions et du traitement des récoltes.

Les graines sont ainsi classées :

- * graines blanches (Natural milkish white)
- * graines crèmes (whitish)
- * graines brunes foncées (Dark brown)
- * graines brunes claires (Light brown)
- * graines noires (dark black).

Au plan commercial, il existe deux grandes classes suivant le type de produit :

- * Nature (graines non décortiquées)
- * Décortiquée (graines blanches)

Les pays développés importateurs (USA et UE) recherchent des graines « Nature » avec une pureté minimum de 99,5% et des graines « décortiquées » d'une pureté de 99,8 à 99,9%.

L'utilisation mondiale sous forme de graines (boulangerie, pâtisserie, snacks, sauce et pâte) a atteint 1,7 Mt en 1995.

Les exigences en matière de qualité sont très contraignantes et portent sur la couleur, le goût (absence d'amertume en particulier due par l'abondance des produits chimiques), la taille, la teneur en huile, l'absence de moisissures, l'absence de matières étrangères et un taux excessivement bas de résidus de pesticides. Tous ces critères composent les déterminants du prix du marché international.

Les graines mises sur le marché par l'Inde sont peu prisées, en raison de leur amertume très prononcée et de la teneur élevée en résidus de pesticides.

L'Egypte, qui avait importé beaucoup de sésames de l'Inde en 1996-97 du fait de la disponibilité et du prix intéressant, a été contrainte de les diluer à 85% avec des graines d'une autre origine de façon à abaisser l'amertume des sauces préfabriquées (tahinée).

3.1.5.2. La trituration

Elle est principalement localisée dans les pays producteurs comme l'Inde, la Chine et le Myanmar qui triturent à eux-mêmes environ 1 Mt par an, soit 36% de la production mondiale de sésame. Mais le Japon constitue également un marché très important pour les graines destinées à la trituration (85.000 t triturées en 1995).

3.1.6. LES PRIX INTERNATIONAUX

Les prix de vente du sésame sur le marché international sont fortement conditionnés par les prix d'exportation des grands pays producteurs tels que l'Inde, la Chine, le Myanmar et le Soudan. Le Myanmar interdisant parfois l'introduction du sésame sur le marché international en raison de l'accord du troc avec ses voisins, a souvent contribué à l'accroissement des cours.

Le niveau de l'offre joue un rôle très important car le marché est étroit et fortement demandeur. Etant donné la grande variété des offres et l'élasticité des prix, les productions africaines ont souvent un rôle d'arbitrage sur les prix.

Tableau N° 45 : **Eventail des prix pratiqués début 1997 en \$ / t**

NATURE DES GRAINES	PAYS D'ORIGINE	PRIX
Nature Whitish	Burkina	970 \$ CAF
Nature graine 90 / 10	Burkina	930 \$ CAF
Nature witish	Ouganda	1.000 \$ CAF UK
Nature witish	Nigeria	900 \$ CAF
Nature witish	Soudan	700 – 750 \$ FOB

Source : Philippe Dimanche, 1997

3.1.7. PERSPECTIVES MONDIALES :

Avec la détérioration de la qualité en Inde, due à des taux très importants de résidus de pesticides et des prix trop élevés des graines d'Amérique du Sud, les importateurs japonais et européens souhaitent se tourner vers le sésame africain (Soudan, Nigeria, Burkina Faso, Mali, ...). La faible utilisation d'intrants devient un avantage pour les pays africains en matière d'exportation de sésame biologique ou non.

Pour profiter de cette opportunité, les pays africains doivent disposer de semences sélectionnées de qualité et faciliter l'organisation des producteurs afin que ceux-ci ne mettent sur le marché international que des produits de bonne qualité ; si possible labellisés.

Plusieurs gros négociants sont déjà bien implantés au Burkina. Outre la Sobiex, on y trouve une société belge, ainsi que Tropex, spécialisé dans le sésame biologique. Ces sociétés ont toutes adopté le système de fourniture de semences avec des contrats d'achat. Mais là encore, elles se trouvent confrontées à la concurrence d'acheteurs occasionnels qui proposent des prix plus élevés car ils n'ont pas à supporter les frais d'encadrement, aussi réduit soit-il.

Une autre voie s'ouvre pour le système ouest-africain avec la demande croissante en Europe de produits biologiques. La prise de conscience des méfaits de l'agriculture intensive à base d'engrais, de pesticides, renforcée dernièrement par la maladie de la vache folle, pousse les consommateurs européens à revoir leur mode de consommation dans le sens d'une alimentation plus saine, à base de produits cultivés naturellement, sans produits chimiques. Tropex approvisionne, en exclusivité, « Provence Régime », une société française de produits bio. Aujourd'hui, celle-ci achète à Tropex 2.500 t par an de sésame biologique burkinabé (le quart de la production nationale).

8.000 producteurs cultivent selon les normes très strictes du label biologique européen. Ecocert, une société française agréée par l'Union européenne pour délivrer le label « produit biologique », inspecte deux fois par an les 12.000 ha labellisés « bio » dans la région de Bobo Dioulasso.

Après le Burkina, c'est au Togo de se lancer sur ce créneau. Ecocert a déjà certifiée 100 t de sésames biologiques produits par une société implantée au nord du Togo. Le Sénégal projette aussi de s'y mettre.

Quelques grands négociants exportateurs, agissant le plus souvent pour le compte des clients japonais, incitent bon nombre de pays de l'Afrique de l'Ouest à produire du sésame dans l'espoir que cette nouvelle étant donné les normes de qualité pratiquées, seuls les pays africains qui organiseront leur production pourront espérer se placer sur le marché international.

3.2. ETUDE DE LA FILIERE PAYSANNALE : CAS D'IVOLOINA

3.2.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE D'IVOLOINA :

La région d'Ivoloina se trouve à 12 km environ au Nord de la ville de Tamatave sur la rive gauche du cours inférieur de l'Ivoloina.

Elle est délimitée au Nord et à l'Ouest par la rivière d'Ivoloina ; au Sud et à l'Est par la savane arborée du Betampon'Ivoloina.

Elle est située à la latitude 18°03'Sud et à la longitude 49°25' Est et à 20 m d'altitude.

3.2.2. LA TOPOGRAPHIE :

Le profil transversal de la vallée inférieure de l'Ivoloina est caractéristique de celui de la vallée de la Côte Est de Madagascar. On trouve la succession suivante :

- a. Fleuve
- b. Premier terrasse d'une largeur variable suivant les endroits, mais généralement étroite (maximum 3 à 400m). La pente est nulle dans la partie en bordure du fleuve, puis la terrasse forme une légère dépression à la limite avec la deuxième terrasse.
- c. Deuxième terrasse, sur la levée de 3 à 4 m par rapport à la première. Cette deuxième terrasse est plus large que la précédente (1000 à 2000m). Perte quasi-nulle.
- d. Dépression plus ou moins large suivant les endroits de 1500 à 2000 m.
- e. Collines appelées localement « tanety ».

3.2.3. LE CLIMAT :

Les données climatiques publiées par le Service météorologique de Tananarive sont incluses dans les tableaux ci-dessous :

3.2.3.1. La température

Ce tableau montre les moyennes de températures mensuelles, en °C et 1/10 à Ivoloïna de 1961 à 1990.

Tableau N° 46 : **Moyenne des températures dans la région d'Ivoloïna**

MOIS	J	F	M	A	M	J	JT	AT	S	O	N	D
T. min	22	22,2	21,6	20,9	18,9	17,2	16,2	15,9	17,1	18,5	20,4	21,6
T. max	31,3	31,3	30,6	30,1	28,9	27,2	26,1	26,2	27,2	28,2	29,9	31
T moyenne	26,7	26,7	26,1	25,5	23,9	22,2	21,1	21,1	22,1	23,4	25,1	26,3

Source : Service Météorologique d'Antananarivo

La température moyenne annuelle est de 24,18°C.

3.2.3.2. La pluviométrie

Le tableau ci-dessous indique les moyennes de précipitations mensuelles, en m/m, à Ivoloïna, de 1961 à 1990.

Tableau N° 47 : **Moyenne de la pluviométrie dans la région d'Ivoloïna**

MOIS	J	F	M	A	M	J	JT	AT	S	O	N	D
Pluies	350,4	319,1	240,2	67,4	18,2	5,7	10,6	11,8	16,9	53,4	203,2	356
Nb de jours	17	16	15	6	2	1	2	2	2	5	13	18

Source : Service Météorologique d'Antananarivo

Le total annuel est de 1652,9 mm.

Le climat se caractérise donc par une pluviosité élevée : la pluie tombe toute l'année sans une véritable saison sèche. Les mois les plus pluvieux (Décembre au Mars) correspondent aux mois les plus chauds (pluies zénithales renforcées par la mousson du Nord-Ouest). Les températures sont relativement faibles de Juin en Août, à l'époque des pluies de l'alizé.

3.2.3.3. Les indices climatiques :a) Indice de Lang :

$$I = \frac{P}{T} = \frac{1652,9}{24,18} = 68,36$$

b) Indice de Mortonne (Indice d'aridité)

$$I = \frac{P}{T+10} = \frac{1652,9}{24,18+10} = 48,36$$

c) Indice de drainage de S Hénin et G Aubert

$$D = \frac{AP^3}{1 + aP^2} \quad \text{avec} \quad a = \frac{b}{0,15T - 0,13}$$

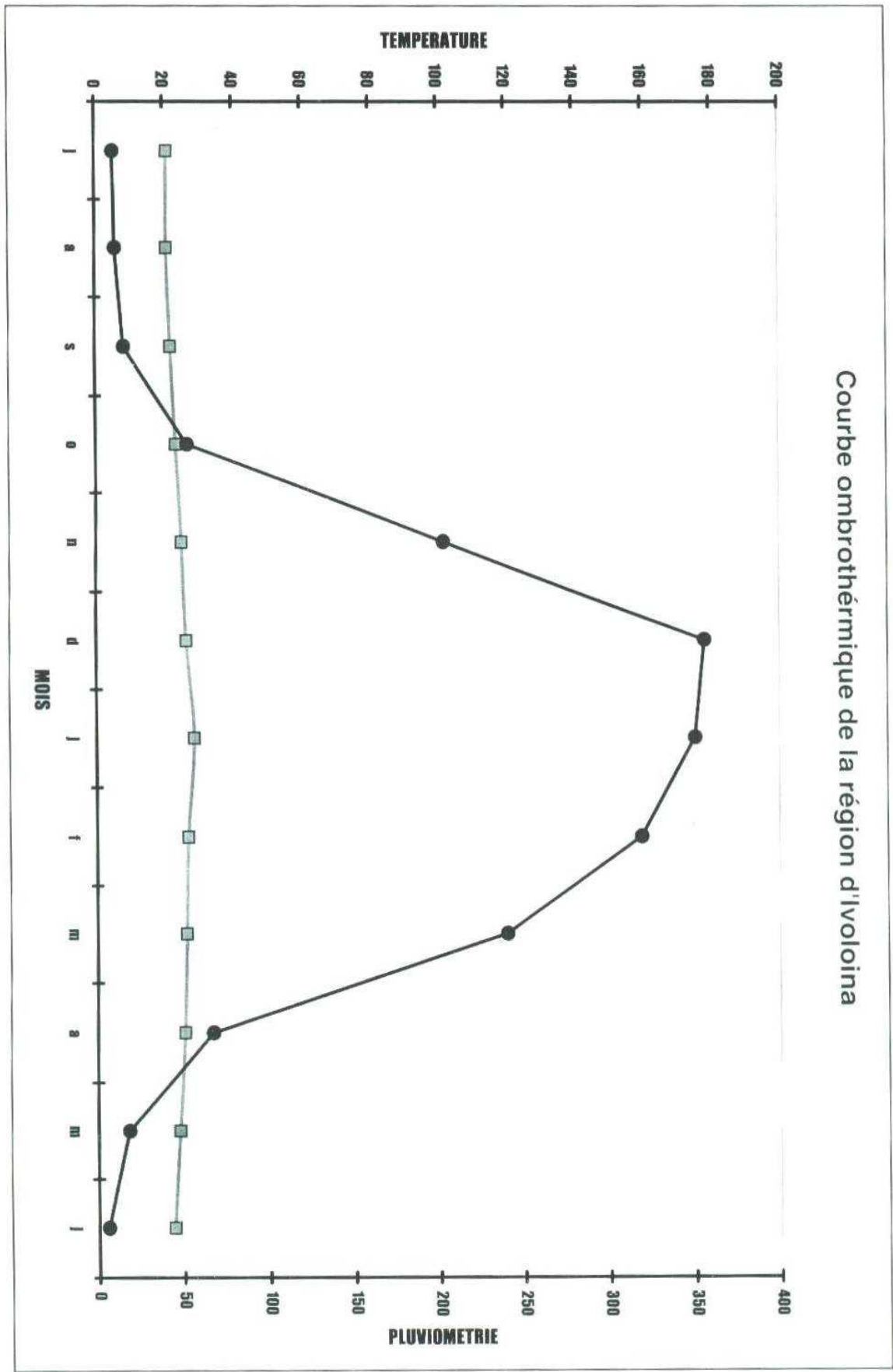
P : pluviosité annuelle moyenne en mètre = 1,6529 m

T : température annuelle moyenne en °C = 24,18

b : coefficient fonction de la granulométrie

sol sableux b = 2 \Rightarrow D = 0,96 msol limoneux b = 1 \Rightarrow D = 0,72 msol argileux b = 0,5 \Rightarrow D = 0,46 m

Ces indices ne sont pas élevés, on peut prévoir que le lessivage ne sera pas aussi important.



3.2.4. ETUDE PEDOLOGIQUE :

a) Sols minéraux bruts d'origine non climatique

. Sols d'érosion : les lithosols

Ce groupe de sols n'a pas d'intérêts agronomiques. Il faut les maintenir sous couvert naturel et d'interdire tout travail sous peine de voir l'érosion reprendre et sous peine d'ensabler les zones situées en contre-bas.

. Sols d'apport éoliens : alluvions anciennes

Ils se forment essentiellement sur les matériaux qui ont été transportés par le vent et qui viennent de se déposer. Ils se présentent sous forme de banc de sable.

Pour pouvoir les cultiver, il faut apporter beaucoup de fumier pour en améliorer les propriétés physiques car ces sols sont compacts et asphyxiants.

b) Sols peu évolués

. Alluvions fluviales humifères

Caractérisés par le relief plat et érosion nulle.

. Alluvions fluviales micacées jeunes légèrement évoluées

Même caractéristique que les alluvions fluviales humifères mais utilisées pour la plantation non drainée.

. Alluvions fluviales peu évoluées

Les alluvions sont de bons sols pour la culture de bananier.

c) Sols hydromorphes

Ils correspondent aux cuvettes de sédimentations latérales qui sont très fréquentes dans les vallées.

. Sols moyennement organiques à pseudogley de profondeur

Relief bas fond, drainage artificiel peu accentué.

Possibilité d'implanter le bananier lorsque le drainage est réalisable.

. Sols moyennement organique sur Gley

d) Sols ferralitiques.

Ils sont caractérisés par leur couleur brun jaune humifère.

Ils se trouvent au bas de pente limitant les terrasses alluviales et les bords de cuvette de sédimentation latérale au contact du socle cristallin.

Ils sont occupés par les cultures des caféiers, cocotiers, ...

3.2.5. BUT DE LA SESAMICULTURE D'IVOLOINA :

L'introduction de sésame à Ivoloina datait d'environ trente ans. Mais il n'avait pas d'importance jusqu'à présent.

Le sésame est cultivé par les paysans avec des graines destinées à la consommation, à la vente ou à la nourriture des animaux.

3.2.6. TECHNIQUES CULTURALES

3.2.6.1. Les variétés cultivées :

Pour les paysans, les variétés les plus cultivées sont celles de couleurs foncées telles que les noirâtres, les marrons. Celles-ci sont plus productives et riches en huile.

La variété de couleur claire ou blanche n'a pas la préférence des paysans à cause de leur faible production et de leur faible vigueur (moins résistantes).

La plupart des planteurs de sésame cultivent les variétés mélangées (brunes, mélange de noires et blanches).

3.2.6.2. Lieux de cultures

Les planteurs d'Ivoloina ont implanté leur sésame sur les bassins versants, sur les colluvions de bas de pente, sur les baiboho ou sur le terrain en défriche (tavy).

Ils ne pratiquent pas la monoculture de sésame. Les paysans ne cultivent le sésame que sur les bordures de chaque parcelle du riz et du manioc.

3.2.6.3. Préparation du sol :

* Pour le terrain vierge c'est-à-dire le terrain destiné à la culture itinérante par brûlis (tavy), on le brûle seulement après défrichement.

* Pour le terrain déjà exploité : sans aucune préparation, on y brûle le résidu des plantes.

3.2.6.4. Les fumures

L'apport de matière organique ou de fumure d'entretien est inexistant. Le sésame n'a comme source d'éléments fertilisants que ceux qui sont apportés par les cendres.

3.2.6.5. Conduite culturale :

a) Période de plantation

Tableau N° 48 : Période de plantation

PERIODE DE SEMIS	OBSERVATION
Septembre à Novembre	Meilleure période semis
Décembre	Les plantes pourraient être attaquées par les maladies
Avril à Mai	Les plantes poussent bien mais à cause du froid ; elles ne produisent que de très faible rendement

Source : Auteur

b) Traitement de semence :

Aucun traitement, on ne plante que les graines sèches âgées de moins de deux ans de conservation.

c) Modes de semis :

Il y a deux types de semis :

* semis à la volée :

C'est la méthode la plus pratiquée.

On mélange les graines avec du sable de même quantité. Ceci a pour but d'avoir une faible densité.

On sème les semences vers le sens contraire du vent.

* semis direct

Cette méthode se fait en poquet distant de 30cm x 30cm ou de 30cm x 40cm ou de 50cm x 60cm.

On sème deux graines par poquet.

3.2.6.6. Entretien

L'entretien est très rare pour les jeunes plantes.

Si la densité est très élevée, on fait l'éclaircissage suivi d'un seul sarclage manuel après une semaine. Certains paysans ne pratiquent pas l'éclaircissage quand ils ne veulent pas faire le sarclage. De cette manière, le rendement est faible car les plantes filent et n'ont pas beaucoup de branches fructifères.

3.2.6.7. Les ennemisa) la maladie

Le Ramangorona appelé « cigarier » est une maladie due à l'insecte Apoderus humeralis ou Trachelophorus humeralis (coléoptères).

b) les insectes

* Les chenilles rouges : elles attaquent les feuilles et les tiges dès le troisième mois. Elles n'arrivent pas à dévorer les gousses.

* Les insectes noirs : ils attaquent les feuilles et les fleurs. Ces insectes provoquent des dégâts sur le rendement.

Remarque : Ces deux genres d'insectes ne sont pas encore abondants.

c) Les autres ennemis

* Les fourmis : ils entraînent la fenaison des bourgeons terminaux

* Les oiseaux (Perdrix, Foudia, Kibobo, Kibobo, Kitraotrao, Tsipoy) : ils picorent les graines semées.

3.2.6.8. Luttes contre les maladies et les ennemis

Les paysans ne pratiquent aucune lutte contre les ennemis.

Il vaut mieux signaler que la maladie et les attaques des insectes n'ont pas existé que très peu de temps et n'ont pas entraîné des dégâts graves sur le rendement.

3.2.6.9. Les récoltes

a) Période

En principe, il s'écoule au 5 à 6^{ème} mois après le semis.

Dans la région d'Ivoina, la récolte de sésame s'effectue de mars et en avril. On pratique la récolte quand les feuilles basses sont jaunes ou dès le premier éclatement de gousses.

b) Méthode de récolte

La récolte se fait dans la matinée avant le lever du soleil pour que les gousses ne s'éclatent pas facilement.

Les sésames sont récoltés au petit couteau. Ce couteau est tenu dans la paume de la main droite et les tiges sont pressées par le pouce contre la lame. Les tiges coupées restent dans la main gauche jusqu'à ce que la gerbe soit suffisamment grande pour avoir une botte.

Les bottes récoltées sont étalées, en plein jour, soutenu par des bois pour être desséchées. Après 2 à 7 jours, on bat les bottes avec un bâton sur une nappe. Ce battage se fait en plein midi pour que les gousses s'éclatent facilement en libérant les graines.

Toutes les graines sont obtenues entre 7 à 15 jours.

3.2.6.10. Le rendement

Les rendements varient suivant les paysans et les modes de semis. Les valeurs ci-dessous ne sont que des valeurs estimatives.

Tableau N° 49 : **Rendement obtenu auprès de paysans**

MODES DE SEMIS	QUANTITE SEMEE	RENDEMENT
Semis à la volée + éclaircissage distant de 30 à 40 cm	¼ kg	40 kg
Semis à la volée sans éclaircissage	1/8 kg	17,5 kg
	1/4 kg	34 kg
Semis à la volée + éclaircissage de 30 à 40cm + 1 sarclage	¼ kg	48 kg
Semis direct distant de 50 à 60 cm d'interligne	1/8 kg	25 kg

Source : Auteur



Photo N°9 : Plantation du sésame à Ivoloina

3.2.7. UTILISATION DU SESAME DANS CETTE REGION

3.2.7.1. Utilisations des graines sous forme brute :

- * Semences pour l'année prochaine. Les graines sèches peuvent être conservées dans les endroits fermés et à l'abri de l'humidité.
- * A vendre

3.2.7.2. Utilisations des graines broyées

- * Alimentation des volailles : les graines broyées sont incorporées dans les aliments des volailles. On trouve une augmentation remarquable du taux de ponte (20 à 26 œufs par mois).

- * Les graines broyées peuvent lutter contre le choléra aviaire.

3.2.7.3. Utilisations des graines transformées :

a) Mode ou processus de transformation

On grille, pas plus de 5 minutes, les graines sèches dans une poêle ou dans une marmite. On les broie afin d'obtenir une pâte huileuse. On y ajoute soit avec :

- * du sel : à prendre avec le petit déjeuner
on les mélange avec le menu comme une substitution de l'huile

- * du sucre : à prendre avec le petit déjeuner.

b) Utilisations des produits transformés

- * Menu

- * Substitution de l'huile

- * Antirage : mélanger les avec l'alimentation.

3.2.7.4. Utilisations des tiges et des feuilles

- * Les tiges et les feuilles sèches sont brûlées aux parcelles comme source d'éléments fertilisants

- * Les feuilles vertes, par infusions, sont destinées à lutter contre les maladies de la femme après accouchement.

3.2.8. CALCUL DU COUT DE PRODUCTION DE 1 HA DE SESAME

L'étude des résultats de l'exploitation du sésame dans cette région est nécessaire pour évaluer la rentabilité ou la non rentabilité de cette plante.

Tableau N° 50 : **Calendrier des travaux**

OPERATIONS	S	O	N	D	J	F	MS	AV	MAI	J	JT	AT
Défrichage												
- Brûlis	=====											
- Fauchage	=====											
Travail du sol												
- Labour	=====											
- Pulverisage	=====											
- Hersage	=====											
Semis												
- Semis à la volée	=====											
- Direct	=====											
Entretien												
- Eclaircissage				=====								
- Sarclage				=====								
Récolte												
- Coupe								=====				
- Mise en botte								=====				
- Battage									=====			

Source : Auteur

Pour 1 ha de plantation, on nécessite 3 kg de semence d'où le rendement obtenu est donné ci-dessous :

Tableau N° 51 : **Rendement obtenu selon le mode de semis**

N°	MODE DE SEMIS	RENDEMENT EN KG/HA
N° 1	Semis à la volée + éclaircissage distant de 30 à 40 cm	480
N° 2	Semis à la volée sans éclaircissage	408
N° 3	Semis à la volée + éclaircissage de 30 à 40 cm + 1 sarclage	576
N° 4	Semis direct : continu sur la ligne et distant de 50 à 60 cm sur l'interligne + 1 sarclage	600

Source : Auteur

Le rendement donc varie selon le type de semis.

Tableau N° 52 : **Temps de travaux à l'hectare**

OPERATIONS	MATERIEL	TEMPS (SELON LES SEMIS) EN JOUR			
		N° 1	N° 2	N° 3	N° 4
<u>DEFRICHEMENT</u>		2	2	2	2
BRULIS	FAUX FAUCILLE	20	20	20	20
FAUCHAGE					
<u>TRAVAIL DU SOL</u>					
LABOUR	CHARRUE A SOC	8	8	8	8
PULVERISAGE ET HERBAGE		15	15	15	15
	ANGADY ET HERSE				
<u>SEMIS</u>					
SEMIS A LA VOLEE	MAIN	2	2	2	0
SEMIS DIRECT		0	0	0	10
	MAIN ET ANGADY				
<u>ENTRETIEN</u>					
ECLAIRCISSEMENT	A LA MAIN	10	0	10	0
SARCLAGE		0	0	15	15
	ANGADY				
<u>RECOLTE</u>					
COUPE	SECATEUR OU	10	10	10	10
MISE EN BOTTE		5	5	5	5
BATTAGE	A LA MAIN	10	10	10	10
	BATON				
TOTAL		82	72	97	95

Source : Auteur

Le main d'œuvre familial suffit de cultiver 1 ha de sésame sauf au moment du fauchage (si nécessaire) et du travail du sol. En plus, le temps de travaux diminue pour le terrain déjà exploité, on n'a pas besoin d'effectuer l'opération de fauchage.

Tableau N° 53 : **Coût de la plantation à l'hectare**

DESIGNATION NS	NOMBRE DE M.O OU JOUR				PRIX UNITAI RE (EN FMG)	MONTANT (FMG)			
	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4		N° 1	N° 2	N° 3	N° 4
Défrichement									
Brûlis	2 M.O	2 M.O	2 M.O	2 M.O	4000	8000	8000	8000	8000
Fauchage	20 M.O	20 M.O	20 M.O	20 M.O	4000	80000	80000	80000	80000
Travail du sol									
Labour	8 j	8 j	8 j	8 j	17.500/j	140.000	140.000	140.000	140.000
Pulvérisage + hersage	10 M.O 5 j	10 M.O 5 j	10 M.O 5 j	10 M.O 5 j	4000 17.500/j	127.500	127.500	127.500	127.500
Semis									
A la volée	2	2	2	0	4000	8000	8000	8000	-
Direct	0	0	0	10	4000	-	-	-	40000
Entretien									
Eclaircissage	10	0	10	0	4000	4000	-	40000	-
Sarclage	0	0	15	15	4000	-	-	60000	60000
Récolte									
Coupe	10	10	10	10	4000	40000	40000	40000	40000
Mise en botte	5	5	5	5	4000	20000	20000	20000	20000
Battage	10	10	10	10	4000	40000	40000	40000	40000
						503.500	463.500	561.500	555.500

Source : Auteur

Tableau N° 54 : **Bilan économique**

Le kilo de sésame se vend à 12.000 Fmg.

	N°1	N°2	N°3	N°4
Valeur de production (rendement * prix en kilo)	5.760.000	4.896.000	6.912.000	7.200.000
Coût de la plantation	503.500	463.500	561.500	555.500
Achat de semence	...36.000	36.000	36.000	36.000
Revenu net	5.220.500	4.396.500	6.314.500	6.608.500

Source : Auteur

Tableau N° 55 : Mesure de rendement selon les modes de semis

	N°1	N°2	N°3	N°4
Productivité brute de la terre =rendement * prix	5.576.000 Fmg	4.896.000 Fmg	6.912.000 Fmg	7.200.000 Fmg
Productivité nette de la terre =productivité brute de terre _ dépenses de production	5.220.000	4.396.500	6.314.500	6.608.500
Productivité brute du travail =Productivité brute de la terre Nombre du jour de travail	70.244 Fmg/j	68.000 Fmg/j	71.258 Fmg/j	75.789
Productivité nette du travail =Productivité nette de la terre Nombre du jour de travail	63.650	61.063	65.098	69.563
Rendement du travail =Rendement de la terre Nombre du jour de travail	5,85kg/j:	5,67kg/j	5,94kg/j	6,32kg/j

Source : Auteur

On peut tirer que le type de semis N°4 « semis direct » sur ligne continue distant de 50 à 60 cm sur l'interligne est le plus rentable. Mais dans la région où la recherche des mains d'œuvre est difficile, on peut pratiquer le semis à la volée avec ou sans éclaircissage.

3.2.9. LES CONTRAINTES LIEES A LA PRODUCTION DE SESAME A IVOLOINA

3.2.9.1. La mentalité paysanne

Les planteurs consacrent seulement leurs efforts aux cultures vivrières. Les paysans ne connaissent pas généralement l'utilisation du sésame que pour la substitution de l'huile.

3.2.9.2. Manques d'encadrement technique

Faute de moyens techniques, les paysans n'obtiennent que de faible rendement.

3.2.9.3. Problème de débouché

Les sésames sont faciles à cultiver que le riz mais plus chers, les paysans n'ont pas pris le risque de les cultiver à cause de l'absence de débouché.

Actuellement, le kapoaka du sésame coûte 2000Fmg localement et 3000Fmg au marché de Tamatave.

3.2.10 RECOMMANDATION :

a. Création des groupements des producteurs

Tout projet de développement rural nécessite la création d'un groupement des producteurs. Ceci facilite la vulgarisation de la production sésamicole.

En cas de production de sésame bio, l'organisation de la certification et du contrôle n'est pas difficile. Dans ce cas, les producteurs doivent connaître que ses produits sont plus valeureux que les produits conventionnels sur le marché mondial.

b. Formation des techniciens locaux

Les techniciens locaux assurent la formation des producteurs. Ils doivent donc recevoir des formations pour qu'ils puissent rechercher, à partir des bases scientifiques requises, des techniques convenables au contexte socio-économique malgache qui ne sont pas en opposition du règlement communautaire.

c. Vulgarisation de la production du sésame bio à Madagascar

Puisque l'équilibre entre l'offre et la demande sur le marché n'est pas encore satisfaisant, la production du sésame bio est un créneau pour améliorer le niveau de vie des producteurs malgaches. Les opérateurs économiques et les techniciens doivent s'informer sur les nouvelles tendances du marché bio, la demande de l'amélioration du goût et de la qualité des consommateurs des produits biologiques. Les techniciens aident à former les vulgarisateurs et les opérateurs économiques les appuient matériellement et financièrement. Ces derniers encadrent les groupements des producteurs par le suivi et l'évaluation.

d. Recherche de l'amélioration du rendement de la plante

Des études sérieuses doivent être entreprises avec la Direction de protection des Végétaux ou avec le Ministère de l'Agriculture. Celles-ci se concentrent sur la lutte biologique contre les maladies et les attaques des insectes ainsi que la recherche de la fertilisation convenable à l'exigence de la plante.

Il faut rechercher donc les plantes utilisées comme matières premières pour la fabrication du compost. Ces plantes peuvent varier selon les endroits.

e. Installation de laboratoire qui peut mesurer les résidus chimiques dans les produits

Après la période de reconversion, l'observation des produits peut diminuer le frais de la certification. Ceci entraîne l'augmentation en nombre des producteurs bio et les surfaces cultivées.

f. Développement de l'agriculture à Madagascar

L'utilisation de quelques matériaux lourds est interdite en culture biologique. La traction animale est donc un point clé pour développer l'agriculture à Madagascar par l'augmentation des surfaces cultivées. Celle-ci est à la portée des paysans.

Ainsi, les paysans n'ont pas encore les moyens d'acheter des engrais chimiques, la bonne vulgarisation de la fabrication du compost est nécessaire.

CONCLUSION

La demande des graines du sésame bio ou non sur le marché mondial est encore supérieure à l'offre. La culture du sésame en grande surface pourrait améliorer le niveau de vie des paysans.

La région d'Ivoloïna pourrait être une zone économiquement important grâce à sa richesse en biodiversité. Mais cette richesse est mal gérée. L'absence de débouché est la raison majeure qui empêche les paysans à augmenter les surfaces occupées par le sésame. Ils n'arrivent pas non plus maîtriser la fertilité de leur sol.

Les paysans d'Ivoloïna n'utilisent pas d'engrais chimiques. Par conséquent, la correction du sol est très faible pour employer la sésamiculture biologique.

CONCLUSION GENERALE

Au terme de cette étude, il apparaît que le sésame permet de constituer une source de protéines, par excellence un des meilleurs apports protéiques du règne végétal de par l'harmonieuse répartition de ses acides aminés indispensables. Ses diverses transformations tant biologiques, chimiques et mécaniques concourent à rehausser son efficacité et son efficacité alimentaire. Ceci mérite d'intensifier son exploitation et son extension dans le domaine agricole, industriel et alimentaire.

Le sésame est aussi considéré depuis des temps immémoriaux comme des plantes sacrées indispensables au développement de l'homme. Durant des millénaires, il a pris une grande place sur la préparation culinaire pour de nombreuses générations d'asiatiques qui l'apprêtèrent de façons multiples.

Pour son faible rendement, l'introduction et l'application des méthodes et techniques agrobiologiques pour la production du sésame serait la meilleure solution pour améliorer son coût de production.

Sur le marché mondial, l'offre du sésame bio qui est encore inférieure à la demande est un créneau important à Madagascar car la plupart de son sol ne sont pas encore souillées par des produits chimiques de synthèse. De plus, nos paysans n'ont pas le pouvoir d'utiliser les produits chimiques tels que les engrais et les pesticides. Et aussi, les produits une fois certifiés biologiques, se vendent à des prix largement supérieurs à ceux non bio ce qui suscite un intérêt croissant et peut amener des rentrées de devises importantes.

Le résultat prouve que cette plante est plus rentable par rapport aux cultures annuelles.

Mais il vaut mieux occuper un terrain par les cultures pérennes que par des cultures annuelles.

Le problème de la culture de sésame se manifeste au moment de la récolte puisque les gousses de la même plante ne se mûrissent pas en même temps. De plus, le terrain que l'on vient de planter du sésame n'est plus cultivable pour d'autres cultures vivrières puisqu'il entraîne des mauvaises herbes.

Si les traitements avec des pesticides présentent de bons résultats à court terme, à long terme leur action secondaire sur l'environnement et même sur l'homme devient inquiétante. La lutte biologique au contraire n'a qu'une efficacité relative et demande davantage des connaissances et d'observations, mais à long terme, elle est plus intéressante sur toutes les plantes. Des études approfondies doivent être menées dans le domaine des bios pesticides, plus particulièrement des bios herbicides. Les recherches faites par les paysans, comme dans le livre intitulé « ady gasy », Voarisoa... nécessitent l'appui matériel et financier de l'Etat. Ceci permettrait de les encourager pour continuer des recherches.

A Madagascar, beaucoup sont les gens qui se lancent dans le monde de culture actuellement. Dans le cas général, pour développer l'Agriculture Biologique, il faut considérer plusieurs critères. L'amélioration de l'information sur le mode de production, la promotion et organisation des fermes pilotes sont nécessaires. Et la création de label pour les produits est obligatoire pour que ces produits puissent pénétrer dans le marché biologique. Et pour assurer la viabilité de la culture biologique, il faut avoir des débouchés des produits à un niveau de prix garanti.

Chez nous, la culture du sésame conventionnel n'est pas encore lancée. Ainsi, la vulgarisation des nouvelles technologiques du sésame est encore un grand travail à faire.

ANNEXE 1

Produits autorisés à titre exceptionnel pour l'amélioration du sol et la fumure

Désignation	Description, exigences en matière de composition, conditions d'emploi
Produits composés ou contenant uniquement les matières reprises dans la liste ci-dessous :	Produit constitué par le mélange d'excréments d'animaux et de matière végétale (litière) Besoin reconnu par l'organisme de contrôle ou l'autorité de contrôle Indication des espèces animales Uniquement provenance d'élevage extensif au sens de l'article 6 paragraphe 5 du règlement (CEE) n° 22328/91 du Conseil, modifié en dernier lieu par le règlement (CEE) n° 3669/93
* Fumier	
* Fumier séché et fiente de volaille déshydratée	Besoin reconnu par l'organisme de contrôle ou l'autorité de contrôle Indication des espèces animales Uniquement provenance d'élevage extensif au sens de l'article 6 paragraphe 5 du règlement (CEE) n° 22328/91.
* Compost d'excréments d'animaux solides, y compris les fientes de volailles, et fumiers compostés	Besoin reconnu par l'organisme de contrôle ou l'autorité de contrôle Indication des espèces animales Provenance des élevages hors sol interdite.
* Excréments d'animaux liquides (lisier, urine...)	Utilisation après fermentation contrôlée et/ou dilution appropriée Besoin reconnu par l'organisme de contrôle ou l'autorité de contrôle Indication des espèces animales Provenance des élevages hors sol interdite
* Tourbe	Utilisation limitée à l'horticulture (maraîchage, floriculture, arboriculture, pépinière)
* Compost de champignonnières	La composition initiale du substrat doit être limitée à des produits de la présente liste
* Déjection de vers (lombricompost) et d'insectes	
* Guano	Besoin reconnu par l'organisme de contrôle ou l'autorité de contrôle
* Mélange composté de matières végétales	Besoin reconnu par l'organisme de contrôle ou l'autorité de contrôle
* Les produits ou sous-produits d'origine animale mentionnés ci-dessous : - Farine de sang - Poudre de sabot - Poudre de corne - Poudre d'os ou poudre d'os dégelatinisé - Noir animal - Farine de poisson - Farine de viande - Farine de plume - Laine - Chiquettes - Poils - Produits laitiers	
* Produits et sous-produits organiques d'origine végétale pour engrais (par exemple: farine de tourteau d'oléagineux, coq, de cacao, radicules de malt...)	

Désignation	Description, exigences en matière de composition, conditions d'emploi
* Algues et produits d'algues	Obtenus uniquement par : 1) Traitements physiques incluant déshydratation, congélation et broyage 2) Extraction à l'eau, ou avec des solutions aqueuses acides et/ou basiques 3) Fermentation
Sciures et copeaux de bois	Bois non traités chimiquement après abattage
Ecorces compostées	Bois non traités chimiquement après abattage
Cendres de bois	A base de bois non traité chimiquement après battage
Phosphate naturel tendre	Produit défini par la directive 76/116/CEE du Conseil, modifiée par la directive 89/284/CEE Teneur en cadmium inférieure ou égale à 90 mg/kg de P2O5 Utilisation limitée aux sols basiques (pH > 7,5)
Scories de déphosphoration	Besoin reconnu par l'organisme de contrôle ou l'autorité de contrôle
Sel brut de potasse (par exemple : kainite, sylvinite,...)	Besoin reconnu par l'organisme de contrôle ou l'autorité de contrôle
Sulfate de potassium contenant du sel de magnésium	Besoin reconnu par l'organisme de contrôle ou l'autorité de contrôle Dérivé du sel brut de potasse
Vinasse et extraits de vinasse	Exclusion des vinaisses ammoniacales
Carbonate de calcium d'origine naturelle (par exemple : craie, marne, roche calcaire moulue, maërl, craie phosphatée,...)	
Carbonate de calcium et magnésium d'origine naturelle (par exemple : craie magnésienne, roche calcaire magnésienne moulue,...)	
Sulfate de magnésium (par exemple : kiesérite)	Uniquement d'origine naturelle Besoin reconnu par l'organisme de contrôle ou l'autorité de contrôle
Solution de chlorure de calcium	Traitement foliaire des pommiers, après mise en évidence d'une carence en calcium Besoin reconnu par l'organisme de contrôle ou l'autorité de contrôle
Sulfate de calcium (gypse)	Produit défini par la directive 76/116/CEE modifiée par la directive 89/284/CEE Uniquement d'origine naturelle
Soufre-élémentaire	Produit défini par la directive 76/116/CEE modifiée par la directive 89/284/CEE Besoin reconnu par l'organisme de contrôle ou l'autorité de contrôle
Oligo-éléments	Éléments repris dans la directive 89/530/CEE Besoin reconnu par l'organisme de contrôle ou l'autorité de contrôle
Chlorure de sodium	Uniquement sel gemme Besoin reconnu par l'organisme de contrôle ou l'autorité de contrôle
Poudre de roche	

ANNEXE 2

Produits autorisés pour la lutte contre les parasites et les maladies

Préparation à base de pyrètrines extraites
du *chrysanthemum cinerariaefolium* contenant éventuellement un synergiste.

Préparations à base de *Derris elliptica*

Préparations à base de *Quassia Amara*

Préparation à base de *Ryana speciosa*

Propolis.

Terre à diatomée.

Poudre de roche.

Préparations à base de métaldéhyde, contenant un répulsif contre les espèces
animales supérieures et utilisées dans des pièges.

Soufre.

Bouillie bordelaise.

Bouillie bourguignonne.

Silicate de sodium

Bicarbonate de sodium.

Savon potassique (savon mou).

Préparations à base de phéromones.

Préparations à base de *Bacillus thuringiensis*.

Préparations à base de virus granuloze.

Huiles végétales et animales.

Huiles de paraffine.

ANNEXE 3

Liste A

Substances permises en tant qu'ingrédients d'origine non agricole (additifs)

A.1 Additifs alimentaires, supports inclus (conditions spécifiques)

E 170 Carbonates de calcium	E 410 Farine de graines de caroube
E 270 Acide lactique	
E 290 Dioxyde de carbone	E 412 Farine de graines de guar
E 296 Acide malique	E 413 Gomme adragante
E 300 Acide ascorbique	E 414 Gomme arabique
E 306 Extraits riches en Tocophérol (antioxydant des huiles et matières grasses)	E 415 Gomme xanthan
E 322 Lécithines	E 416 Gomme karaga
E 330 Acide citrique	E 440 (i) Pectines
E 333 Citrates de calcium	E 500 Carbonates de sodium
E 334 Acide tartrique (L (+)-(-))	E 501 Carbonates de potassium
E 335 Tartrate de sodium	E 503 Carbonates d'ammonium
E 336 Tartrate de potassium	E 504 Carbonates de magnésium
E 341 (i) Phosphate monocalcique (pour farine auto fermentante)	E 516 Sulfate de calcium (en tant que support)
E 400 Acide alginique	E 524 Hydroxyde de sodium (traitement de surface de laugengebäck)
E 401 Alginate de sodium	E 938 Argon
E 402 Alginate de potassium	E 941 Azote
E 406 Agar-agar	E 948 Oxygène
E 407 Carraghénane	

A.2. Arômes au sens de la Directive 88/388/CEE

Substances et produits définis à l'article 1er paragraphe 2 point b) i) et point c) de la Directive 88/388/CEE, classés dans la catégorie des substances aromatisantes naturelles ou des préparations aromatisantes naturelles conformément à l'article 9 paragraphe 1) point d) et paragraphe 2) de ladite Directive.

A.3 Eau et sels

Eau potable

Sel (ayant pour composé de base le chlorure de sodium ou le chlorure de potassium) généralement utilisé dans la transformation des denrées alimentaires.

A.4. Préparation à base de microorganismes

i) Préparations à base de microorganismes, utilisées normalement dans la transformation des produits alimentaires, à l'exception des organismes génétiquement modifiés tels que définis à l'article 2 paragraphe 2) de la Directive 90/220/CEE.

ii) Microorganismes génétiquement modifiés, tels que définis à l'article 2 paragraphe 2) de la Directive 90/220/CEE pour autant qu'ils aient été retenus conformément à la procédure de décision de la Commission CEE (article 14).

A.5. Minéraux (y compris oligo-éléments) et vitamines

Uniquement autorisés si leur emploi est exigé par législation nationale dans les denrées alimentaires auxquelles ils sont incorporés.

ANNEXE 4

Liste B

Auxiliaires technologiques et autres produits pouvant être utilisés pour la transformation des ingrédients d'origine agricole produits d'une manière biologique

- Eau
- Chlorure de calcium (*en tant qu'agent de coagulation*)
- Carbonate de calcium
- Hydroxyde de calcium
- Sulfate de calcium (*en tant qu'agent de coagulation*)
- Chlorure de magnésium (ou ligari) (*en tant qu'agent de coagulation*)
- Carbonate de potassium (*séchage de raisin*)
- Carbonate de sodium (*production de sucre*)
- Hydroxyde de sodium (*production de sucre - traitement des olives*)
- Acide sulfurique (*production de sucre*)
- Dioxyde de carbone
- Azote
- Ethanol (*en tant que solvant*)
- Acide tannique (*en tant qu'agent de filtration*)
- Ovalbumine
- Caséine
- Gélatine
- Ichtyocolle
- Huiles végétales (*en tant qu'agent lubrifiant, de graissage ou anti-moussant*)
- Gel ou solution colloïdale de dioxyde de silicium
- Charbon activé
- Talc
- Bentonite
- Kaolin
- Terre à diatomées
- Perlite
- Coques de noixettes
- Farine de riz
- Cire d'abeille (*en tant qu'agent lubrifiant*)
- Cire de Carnauba *en tant qu'agent lubrifiant*
- Préparation de microorganismes et enzymes.

i) Toute préparation à base de microorganismes et préparation enzymatique utilisées normalement comme auxiliaire technologique dans la transformation alimentaire, à l'exception des organismes génétiquement modifiés au sens de l'article 2 paragraphe 2) de la Directive 90/220/CEE.

ii) Tous les microorganismes génétiquement modifiés au sens de l'article 2 paragraphe 2) de la Directive 90/220/CEE pour autant qu'ils aient été retenus conformément à la procédure de décision de la Commission CEE (article 14).

BIBLIOGRAPHIE

1. Actes du IV^{ème} colloque de 14 ACAB. **La reconversion à l'Agriculture Biologique Naturel et Progrès** 227p.
2. ADAWY T. A EL., 1995. **Effect of sesames seed proteins supplementation on the nutritional, physical, chemical and sensory of wheat flour bread, plant food for Human Nutrition** 48. P311 à 326
3. ANDRIAMIHARISOA Robert P., 1997. **Les bases scientifiques et techniques de l'Agriculture Biologique.**
4. ANDRIAMIHARISOA P.R, 1997. **Cours Agriculture biologique**
5. CAROL ANN RINZLER, 1991, **The complete book of herbs, spices and condiments**
6. CASENOVE Robert. **Reconversion en polyculture dans les coopératives conventionnelles.**
7. Cathérine de Silguy, 1991. **L'Agriculture Biologique.** Que sais-je ? Presses Universitaires 125p
8. CFPPA de Carpentras, 1992. **Guide de formation introduction à l'agriculture biologique.**
9. CHUNG Het Al, 1995. **Changes of lipid, protein, RNA, and fatty acid composition in developing sesame seeds.**
10. Dashak D.A et Fali C.N, 1993 **Chemical composition of four varieties of Nigérian benniseed**
11. **Mémoire de fin d'étude** 1990-1995 p78
12. Dimanche Philippe, 1997. **Observatoire des marchés internationaux.** Document de travail en économie des filières N°34.
13. DJIGMA A. 1985. **Synthèse des résultats acquis en matière de recherches sur le sésame au Burkina Faso** p443.
14. HABASHY El. ET Al, 1997. **Protein quality assesment of computer optimized weaning formulas** p 267. à 277.
15. Hugues Dupriez et Al, 1986. **Jardins et verger d'Afrique.** Terre et vie p353
16. **Le bon jardinier** Tome II
17. LEBAS. F., 1973 **.Effet de la teneur en protéines de rations à base de soja ou de sésame sur la croissance du lapin. Annales de zootechnie** p83 à 92
18. Marc Borget. **Les plantes à épice.** Maison neuve
19. MARQUETTE J., 1984. **Relance de la production d'arachides et autres oléagineuses à Madagascar.** CIRAD Projet FAO.
20. **Mémento de l'agronome**
21. Michel Viard. « **Les fruits et légumes du monde** » Hatier 1995 p116
22. ORTIZ E. L, 1992. **The encyclopedia of herbs, Spices and Flavourings.**
23. Pierre de Schlippé. **Ecoculture d'Afrique** Ed Terre et vie l'harmattan. p201

24. PROF Y DEMARLY, 1988. **Les légumineuses à graines à Madagascar.**
25. RAMIREZ R. OVALLES C.A, 1991. **Rapport entre le pH du sol et la croissance, la nutrition**
26. RABEZANDRINA R., 1996, **cours fertilisation et la production de graines de sésame** p375 Oléagineux.
27. RACHMELER Dale, 1997. **Les techniques de compostage.** Formation Agriculture Biologique
28. RANAIVOSON Rijamanitra, 1996. **L'agriculture Biologique et la certification de ces produits. Cas du cocotier (Cocos nucifera Lin).** Mémoire de fin d'étude.
29. RANDRIAMAROLAHY Fidèle, 1997. **Les techniques de la lutte biologique.** Formation Agriculture Biologique.
30. RANDRIANARISOA Sandra, 1997. **Certification et contrôle des produits de l'Agriculture Biologique.**
31. RASAMIZANANY Sahondra Lalao, 1982. **Perspectives d'utilisation des protéines du soja dans l'alimentation animale et humaine à Madagascar.** Mémoire de fin d'étude.
32. RATSIMBAZAFY Andriamampita, 1995. **Perspectives de production de poivre biologique (Piper nigrum L.) pour le cas de Sambirano.** Mémoire de fin d'étude
33. RAVALISON Mahefanirina. **Contribution au développement de l'Agriculture Biologique à Madagascar. Exemple de l'application à la filière Piment dans la zone de Mahitsy**
34. **Revue internationale des corps gras.** Publication mensuelle Avril 1965, Mars 1969, Novembre 1968, Février 1972, Mars 1972, Octobre 1972, Octobre 1981.
35. SCHILIING et al, 1991. **La culture du sésame en Afrique tropicale** p125
36. Valet Serge et al, 1976. **Etude des relations eau-sol-plantes dans les conditions pédo-climatiques de Tillabery.**