

Les plantes oléagineuses

À partir des contributions de C. Hekimian Lethève,
A. Bouzière (CIRAD), R. Schilling (CIRAD) et B. Taillez (CIRAD)

- > L'arachide
- > Le carthame (des teinturiers)
- > Le cocotier
- > Le palmier à huile
- > Le sésame
- > Le soja
- > Le tournesol

L'ARACHIDE¹

Arachis hypogaea L., groupe des légumineuses

Anglais : Groundnut (UK), Peanut (USA)

Espagnol : Mani

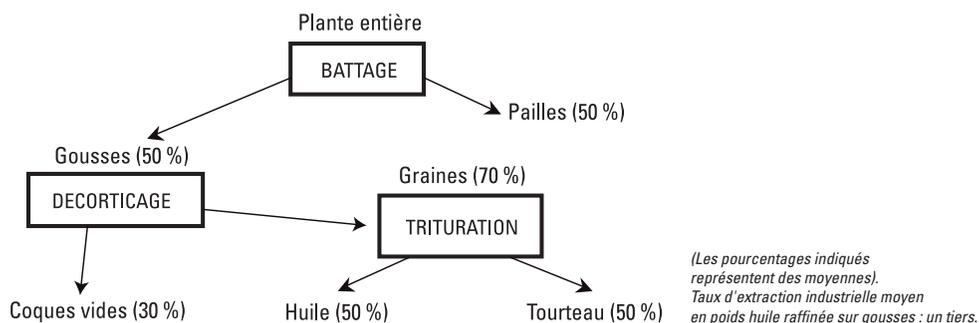
Portugais : Amendoim

Famille des Fabaceae (syn. Papilionacées)

● Les utilisations de l'arachide

L'arachide est consommée soit en graine, soit sous forme d'huile, soit sous des formes plus ou moins élaborées issues du marché de l'arachide de bouche et de confiserie : beurre, pâte, farine, confiserie, etc. Les sous-produits donnent lieu à des utilisations diverses :

- > fourrage pour les pailles ;
- > combustible, compost, panneaux d'agglomérés pour les coques vides ;
- > alimentation humaine ou animale pour les tourteaux.



► Figure 1 : Principales opérations de transformation et principaux produits et sous-produits

¹ Cf. chapitre 522.

● La plante et son environnement

● Les origines et la diffusion

L'arachide est originaire du bassin amazonien où sont localisées toutes les espèces du genre *Arachis*, parmi lesquelles seule *A. hypogaea* a été durablement domestiquée. Sa dissémination, à partir du XVI^e siècle, s'est faite en direction de l'Extrême-Orient sur l'axe espagnol Pérou-Philippines et, en direction de l'Afrique, sur l'axe portugais Brésil-côte ouest africaine. L'introduction au nord du Mexique aurait eu lieu postérieurement en provenance de l'Afrique.

La plante a ensuite progressivement couvert la totalité des zones tropicales à partir de deux centres de diversification secondaires : l'un en Afrique de l'Ouest et l'autre dans le Sud-Est asiatique. Les types variétaux exploités par la sélection arachidière sont issus de ces deux zones géographiques. Aujourd'hui, on compte une collection de plus de 15 000 variétés. La culture déborde très largement son aire d'origine, puisqu'on la retrouve jusqu'aux 40^e parallèles Nord et Sud et sur tous les continents lorsque les étés chauds permettent à la plante de boucler son cycle malgré la latitude élevée.

● La morphologie

L'arachide cultivée est une légumineuse annuelle de 30 à 70 cm de haut, érigée ou rampante. La partie aérienne est portée par une tige principale, toujours érigée et deux ramifications latérales primaires issues du collet de la plante. Les feuilles sont composées de deux paires de folioles elliptiques opposées au bout d'un pétiole inséré sur des ramifications alternes ou séquentielles.

Les fleurs jaunes ou orangées, papilionacées, prennent naissance à l'aisselle des feuilles. Elles flétrissent rapidement. La base de l'ovaire fécondé s'allonge pour former un pédoncule appelé gynophore qui s'enfonce dans le sol où se forme le fruit (gousse) composé d'une coque indéhiscente contenant une à quatre graines.

Le système racinaire pivotant permet d'explorer un volume de sol important. Il porte des nodosités fixatrices d'azote atmosphérique, caractéristiques des légumineuses, qui permettent à la plante d'enrichir le sol en azote lorsque les conditions sont satisfaisantes : les apports sont alors importants et ont un effet positif sur la céréale qui suit l'arachide dans la succession. Le bon fonctionnement de ces nodosités est commandé par divers facteurs, dont la présence active de bactéries fixatrices dans le sol.

La graine est non-dormante dans le groupe Virginia, dormante dans les groupes Spanish et Valencia (voir tableau 1). Elle lève au bout de trois à quatre jours. La plante a un développement végétatif limité jusqu'au début de la floraison, qui commence de vingt-cinq à trente jours après semis (JAS) et se poursuit tout au long du cycle, avec un maximum entre quarante et soixante JAS. 10 à 20 % des fleurs seulement donnent des gousses qui parviennent à maturité. Les gynophores émis dans la partie haute de la plante ne parviennent pas au sol et les dernières gousses formées ne sont pas mûres à la récolte. Diverses techniques culturales, comme le semis en poquets surbaissés et le buttage pratiqué au moment approprié, permettent d'améliorer dans une certaine mesure le rapport gousses/fleurs.

Dans les conditions optimales et en culture pluviale, l'arachide achève son cycle en quatre-vingt-dix jours (variétés hâtives), en cent vingt jours (semi-tardives) ou cent quarante jours (tardives).

● Le mode de reproduction et les ressources génétiques

L'arachide cultivée (*A. hypogaea*) est un hybride naturel stabilisé par doublement des chromosomes ($2n = 40$, allotétraploïde) à partir de deux parents sauvages non identifiés. On distingue deux sous-espèces et trois groupes variétaux correspondant aux types Virginia, Valencia et Spanish.

Tableau 1. Classification et principales caractéristiques de l'espèce *Arachis hypogaea*

Sous-espèces	<i>Hypogaea</i>	<i>Fastigiata</i>	
Variétés	<i>Hypogaea</i>	<i>Vulgaris</i>	<i>Fastigiata</i>
Types	Virginia	Spanish	Valencia
Port	Érigé/rampant	Érigé	Érigé
Ramification	Alternée	Séquentielle	Séquentielle
Flours sur tige principale	Non	Oui	Oui
Couleur feuillage	Vert foncé	Vert clair	Vert clair
Cycle	120-150 J	90 J	90 J
Dormance	Oui	Non	Non
Gousses (cavités)	2 cavités	2 cavités	3-4 cavités

La plante est autogame, la fécondation ayant lieu avant l'ouverture de la corolle. Les populations naturelles sont donc composées de types stables qu'il est possible d'isoler, de multiplier et de croiser entre eux : la diversité variétale actuelle est due essentiellement à l'action de l'homme (sélection). À signaler l'utilisation, à ce jour très limitée, d'autres espèces pour la production de fourrage (*A. pintoi*) ou comme plante de couverture (diverses espèces sauvages rampantes). Le matériel génétique sauvage (plus de soixante-dix espèces recensées) constitue un réservoir potentiellement intéressant pour l'identification de gènes utilisables en amélioration variétale, mais aucun croisement interspécifique ni aucune modification génétique artificielle n'a encore abouti à des variétés propoables sur le marché semencier.

L'évolution de la demande et les progrès de la sélection ont conduit à des modifications importantes du matériel végétal proposé :

- > passage des types rampants aux types érigés à fructification groupée ;
- > extension de variétés hâtives ou tolérantes à la sécheresse dans les zones exposées aux aléas climatiques ;
- > variétés résistantes à certaines maladies virales (rosette) et tolérantes à diverses maladies fongiques (rouille, cercosporiose) ;
- > variétés répondant aux normes du marché de l'arachide de bouche ;
- > variétés adaptées à la culture irriguée.

Les programmes de sélection en cours sont orientés sur l'amélioration sanitaire du produit (tolérance à *Aspergillus flavus* et contrôle de l'aflatoxine), l'amélioration de sa valeur nutritive (optimisation des taux d'acides aminés et d'acides gras essentiels) et la

résistance aux prédateurs, aux maladies et aux stress abiotiques (salinité, acidité, ombrage).

Les principales variétés proposées aux producteurs ouest et centre africains, dont certaines ont été testées avec succès dans d'autres zones, sont citées avec leurs caractéristiques dans le tableau 2. Elles peuvent être fournies par le projet *Groundnut Germplasm*, placé sous l'égide de la FAO, opérant à partir du Sénégal, du Mali et du Niger. Sur un plan plus général, l'ICRISAT a mandat international sur la recherche arachidière, gère une collection mondiale et peut mettre du matériel végétal à la disposition des sélectionneurs.

Tableau 2. Caractéristiques des principales variétés multipliées en Afrique de l'Ouest

	Hâtivité < 100 j	Dormance	Tolérance sécheresse	Tolérance rosette	Décorticage > 70 %	Poids graines > 50 g	Aptitude bouche/confiserie
55-437	X		X		X		X
73-30	X	X	X		X		
47-10	X				X		X
Te 3	X		X				
Ts 32-1	X		X		X		
KH149A	X			X			
KH241D	X			X			
55-422		X			X	X	X
73-33		X	X		X	X	X
28-206		X			X		
69-101		X		X	X		
57-313		X			X		
RMP12		X		X	X	X	
GH119-20		X				X	X
756A		X				X	X
73-27		X			X	X	X
73-28		X			X	X	X
Fleur 11		X	X		X	X	X
Tannut 16		X		X	X	X	X

● L'écologie de l'arachide

● Le sol

Le sol doit être suffisamment meuble pour permettre la pénétration des gynophores (surtout entre 40 et 70 JAS) puis l'arrachage des gousses mûres. De plus, l'arachide requiert des sols bien drainés et aérés car les échanges respiratoires des gousses en formation sont élevés. Les sols à texture légère, meubles et perméables, en particulier les sols sableux, sont ceux qui conviennent le mieux. La culture d'arachide sur sols lourds et argileux est conseillée seulement si le recours à la mécanisation et l'irrigation au moment opportun est possible.

L'arachide est sensible à la salinité et à l'acidité des sols. Les sols très acides (pH inférieur à 5) ou déficients en CaO peuvent induire des toxicités aluminiques ou ferriques. L'acidité inhibe le développement des bactéries fixatrices d'azote, ce qui est décelable

à l'aspect chlorotique du feuillage et à l'absence de coloration rouge à l'intérieur des nodosités.

● **La température et l'ensoleillement**

Les températures inférieures à 15°C et supérieures à 45°C ralentissent ou bloquent la croissance, l'optimum se situant entre 25°C et 35°C degrés. Les températures trop basses ou trop élevées, auxquelles on s'expose sous les climats tempérés et en contre-saison chaude ou froide dans les zones tropicales, ont pour effet de prolonger le cycle, voire de bloquer la germination ou le développement : des variétés de 90 jours, en Afrique de l'Ouest, mettent 130 à 150 jours pour parvenir à maturité dans le midi de la France.

L'arachide est peu sensible à la photopériode, mais les jours longs ont un effet positif sur la productivité : les semis précoces (lorsque la pluviométrie ou l'irrigation le permettent) sont donc à privilégier. Les déséquilibres se traduisent fréquemment par un rapport défavorable fanes/gousses, que l'on observe également en zone équatoriale et dans les cultures sous plantations d'arbustes, lorsque l'ensoleillement devient limitant.

● **Le régime hydrique**

L'arachide présente une sensibilité variable à la sécheresse : les besoins en eau sont élevés au moment de l'imbibition de la graine qui, une fois la germination amorcée, craint l'excès d'eau. La période de floraison-formation des gousses (30-70 JAS) correspond à une phase de sensibilité à la sécheresse, alors que la phase finale de maturation est favorisée par une sécheresse relative, des pluies à ce stade pouvant en outre provoquer des germinations sur pied chez les variétés non dormantes.

Une pluviométrie comprise entre 500 et 1 000 mm pendant la saison de culture permet généralement d'obtenir une bonne récolte, mais la bonne répartition des pluies, en fonction du cycle de la variété, est plus importante que le total pluviométrique : des rendements supérieurs à 1 t/ha en grande culture ont été obtenus au nord du Sénégal, sous 350 mm de pluies concentrées sur trois mois avec la variété hâtive tolérante à la sécheresse 55-437. L'irrigation d'appoint, en période de stress hydrique ou de sensibilité maximale, conduit souvent à une amélioration substantielle (y compris qualitative) de la production. L'utilisation de variétés tardives, à forte productivité, est alors préférable.

● **La culture**

● **Les grands systèmes de culture**

La production arachidière mondiale est dominée par le secteur paysannal traditionnel qui assure plus de 85 % de la récolte brute. Le taux de transformation industrielle est faible (moins de 50 %) et le marché international, encore restreint, est axé sur deux filières différentes mais complémentaires : l'arachide de bouche, aux exigences qualitatives élevées et à fort revenu ; l'arachide d'huilerie et ses dérivés (tourteaux), moins rémunératrice, composée souvent (aux Etats-Unis par exemple) par les refus de l'arachide de bouche. Le degré d'ouverture sur un marché très sélectif constitue donc le principal critère de caractérisation et le principal facteur d'évolution des systèmes de culture.

Tableau 3. Les systèmes de culture arachidière : caractérisation et perspectives d'évolution

Caractérisation agro-économique	Diagnostics et perspectives d'évolution
<p>Autoconsommation dominante</p> <p>Rôle alimentaire direct important, culture pluviale, manuelle, majoritairement en association, pas de recours aux intrants onéreux et faible excédent commercialisable.</p> <p>Concerne les zones enclavées d'Afrique et du Sud-Est asiatique.</p>	<p>Enclavement, absence de débouchés</p> <p>Priorités d'action :</p> <p>Désenclavement - préparation du sol (outillage) - dispositif adapté de séchage, conditionnement, stockage à la ferme - introduction possible de variétés améliorées avec renouvellement périodique des semences.</p>
<p>Filière traditionnelle monétarisée</p> <p>Systèmes ouverts sur un marché local, évolution vers la culture pure et l'utilisation d'intrants, culture pluviale ou irriguée avec recours partiel à la traction animale.</p> <p>Situation dominante en Afrique, Inde, Sud-Est asiatique.</p>	<p>Systèmes très ouverts au progrès technique, à condition que soient maîtrisés les deux points sensibles de la filière :</p> <ul style="list-style-type: none"> - en amont, l'amélioration variétale et l'accès à des semences de bonne qualité, - en aval, des conditions incitatives de commercialisation.
<p>Ouverture sur le marché international – Systèmes paysannaux</p> <p>Systèmes paysannaux avec organisation de la filière : associations paysannes, accès aux intrants, crédit et commercialisation organisés, implication d'opérateurs agro-industriels locaux et internationaux</p> <p>Concerne certaines zones d'Afrique de l'Ouest (Sénégal, Gambie) et Australe, Chine, Inde.</p>	<p>Situation très sensible aux changements structurels : libéralisation, désengagement de l'Etat.</p> <p>L'organisation de la filière est parfois encore en phase de redéfinition.</p> <p>La réorientation de la production vers l'arachide de bouche et le traitement industriel et artisanal des produits est souvent en cours, et nécessite un travail sur les aspects de qualité technologique et sanitaire et sur l'intensification (intrants, irrigation, critère « bouche »).</p>
<p>Ouverture sur le marché international – Systèmes mécanisés intensifs</p> <p>Situation caractéristique des pays développés, avec rente foncière élevée, forte consommation d'intrants et faible recours à une main-d'œuvre onéreuse.</p> <p>Orientation « bouche » exclusive (l'huilerie ne traite que les refus) avec quotas de production subventionnée : système des Etats-Unis (premier exportateur mondial).</p>	<p>Systèmes très sensibles à la nouvelle situation internationale qui expose les Etats-Unis à la concurrence des pays du Sud : l'accent est mis sur la réduction des coûts de production, sur l'élévation des normes de qualité (contrôle de l'aflatoxine) et sur les aspects diététiques (composition et teneur en acides gras, allergies...).</p>

Le mode de production des exploitations paysannes asiatiques et africaines est caractérisé par :

- > la culture manuelle éventuellement combinée avec la traction attelée ;
- > une faible consommation d'intrants onéreux ;
- > une stratégie de réduction du risque, dans le cadre de rotations ou d'associations diverses où dominent les céréales (sorgho, mil, maïs, riz).

La rusticité de la plante et sa plasticité lui valent d'être souvent reléguée sur des sols peu fertiles et dans des régions à pluviométrie limitante : les rendements sont alors inférieurs à une tonne par hectare en culture extensive. Dans ce contexte caractéristique des savanes sèches africaines, les points sensibles de la filière sont :

- > la disponibilité en semences, limitée par la fragilité et le faible taux de multiplication de la graine d'arachide ;
- > les aléas d'une commercialisation locale hasardeuse qui n'incite pas le producteur à intensifier sa production ni à consentir des efforts sur le plan de la qualité ;
- > les contraintes d'un marché international de plus en plus exigeant au plan des caractéristiques technologiques et sanitaires des produits.

L'arachide n'en présente pas moins de nombreux avantages et des perspectives intéressantes pour les petits producteurs et les économies des pays du Sud, sur différents plans :

- > *agronomique*, lié à l'introduction d'une légumineuse dans des rotations à forte dominante céréalière ;
- > *nutritionnel*, lié à un apport lipidique et protéinique substantiel dans des régimes alimentaires à très forte dominante glucidique ;
- > *économique*, lié à la diversité des produits arachidières susceptibles d'être auto-consommés ou vendus.

● Les itinéraires techniques

● La mise en place de la culture

On distingue trois opérations : la préparation des semences, la préparation du sol et le semis.

La préparation des semences

En milieu rural, les semences sont conservées ou achetées en coque, afin de conserver leur protection naturelle le plus longtemps possible. Le décorticage manuel est en général préférable au décorticage mécanique à l'aide d'appareils rudimentaires ou mal réglés, d'autant qu'il peut être effectué en morte saison par la main-d'œuvre familiale. Il faut prévoir dix à quinze kg de graines triées par jour et par personne. Il est recommandé de traiter ces semences avant le semis. La vérification de la qualité semencière peut être effectuée au moyen d'un test simple : germination sur sable humidifié et comptage des graines germées au bout de quatre jours. Un lot destiné à être utilisé comme semences doit présenter un taux de germination d'au moins 85 %.

La préparation du sol

Il faut choisir un terrain n'ayant pas porté d'arachide la saison précédente, brûler ou évacuer les débris végétaux et effectuer une façon culturale légère (passage croisé de houe) dès que le sol a été humecté par une pluie. Le sol est alors prêt à recevoir la semence. Le labour, pratiqué dans certaines situations (sol lourd, enherbement particulièrement vivace), est une opération rarement justifiée sur sol sableux : l'arachide y répond peu ou mal. Le billonnage est justifié sur les sols gravillonnaires, peu profonds, peu perméables et exposés au ruissellement.

La date et le mode de semis

La date de semis doit caler le cycle de la plante en fonction de la répartition prévisible des pluies et des autres paramètres climatiques, avec un impératif : semer le plus tôt possible en sol bien humide.

Lorsque la température est limitante, le semis peut avoir lieu si la température du sol atteint 20°C à quatre cm de profondeur pendant trois jours consécutifs (indicateur utilisé en Australie). En zone de savanes sèches ouest-africaines, où l'eau est le facteur limitant, le semis est effectué traditionnellement sur la première pluie de 20 mm postérieure au 30 juin. Les paysans ne sèment qu'une seule journée pour une pluie de 20 mm et prolongent le semis de 24 heures par tranche supplémentaire de 10 mm. En régime unimodal, une pluviométrie utile de 400 mm/an répartis sur quatre mois

permet de cultiver les variétés hâtives (90 jours) ; les semi-tardives (120 jours) sont cultivées sous 600 à 900 mm en cinq mois, tandis que les tardives sont réservées aux zones à plus de 900 mm.

Le semis doit conduire à des écartements moyens de 60 x 15 cm (110 000 pieds/ha, 50-60 kg de graines/ha) pour les grosses graines de type Virginia et de 40 x 15 cm (170 000 pieds/ha, 50-60 kg de graines/ha) pour les petites graines de type Spanish ou Valencia. Le poids de coques nécessaire pour ensemercer un hectare ou valeur culturale, se situe entre 120 et 150 kg/ha, selon la variété et la qualité des semences.

Semoirs

La société SISMAR (Dakar) propose des semoirs monorangs à traction animale permettant à un attelage de semer un hectare en huit heures contre dix jours/ha pour le semis manuel. Une gamme de disques et de cuillers permet de s'adapter à divers calibres de graines de différentes cultures. Il existe des modèles plus élaborés (multirangs), ainsi que de plus simples (roues à godets matérialisant les trous de semis).

● **L'entretien**

Un ou deux sarclages ou un rebillonnage sont suffisants lorsque le sol a été préalablement labouré ou billonné. Lorsque l'arachide a été cultivée à plat sans labour (cas le plus fréquent), plusieurs interventions sont nécessaires.

Le premier sarclage est important car la jeune plante est très sensible à la concurrence des adventices ; il doit être effectué à la main sur la ligne, les autres sarclages étant limités à l'interligne. On prend bien garde, à partir du quarantième jour, à ne pas déterrer les gynophores. L'utilisation raisonnée d'herbicides de pré-levée, en combinaison avec le travail du sol, permet de retarder le premier sarclage qui correspond à une période de pointe du calendrier agricole, mais il demeure nécessaire d'ameublir le sol au moins une fois au cours du cycle.

Divers herbicides ont été testés et l'arachide présente une bonne tolérance aux herbicides de pré-levée (à base de métolachlor, de prométryne, de trifluraline), grâce à sa plantule vigoureuse et à son enracinement rapide et profond.

● **L'irrigation**

Ce mode de production coûteux est réservé à l'arachide de bouche d'exportation et à la production semencière. L'irrigation permet de cultiver l'arachide en saison sèche chaude : cycle de variétés hâtives entre février et mai ou de variétés semi-tardives entre février et juin dans l'hémisphère Nord. Elle débouche toujours sur une augmentation sensible de la production de gousses et une augmentation considérable de la production de fanes, ce qui constitue un appoint financier substantiel dans les périmètres irrigués ouest-africains et indiens. Dans les zones où l'irrigation est traditionnelle (sud-est asiatique), la priorité absolue est accordée à la céréale (riz généralement) ou à la culture dominante (tabac, maïs), l'arachide étant alors conduite en culture dérobée ou intercalaire avec des rendements moyens ou faibles.

Il est recommandé d'assurer un apport d'eau important aux phases critiques du développement : saturer le profil avant le semis, puis en période de forte floraison et de

formation des gousses ; ménager un léger déficit hydrique avant floraison, puis en fin de cycle afin d'assurer une maturation plus uniforme. La norme moyenne, en contre-saison et en zone sub-sahélienne, est de 4 000 à 6 000 m³/ha par aspersion et de 6 000 à 10 000 m³/ha par gravité.

● **La fumure**

Une fumure minérale annuelle légère NPK ou NP procure sur l'arachide une plus-value intéressante, encore augmentée par des apports organiques, de préférence sur la céréale cultivée en rotation. La fumure calcique est destinée à corriger l'acidité des sols et à améliorer la qualité technologique des semences et de l'arachide de bouche. Les doses et les formes d'apports recommandées sont généralement calculées dans la perspective d'une rentabilité l'année même de leur application. Elles ne compensent pas les exportations des cultures.

En Afrique de l'ouest et centrale, seul le Sénégal vulgarise diverses formules correspondant à des proportions variables de NPK (6-20-10 dans le bassin arachidier Sud par exemple). Dans les autres pays producteurs d'Afrique de l'Ouest, les fumures pré-conisées sont composées de super-phosphate simple (60 à 100 kg/ha) ou d'engrais coton, selon la disponibilité. L'utilisation d'engrais connaît une forte baisse liée à la disparition des structures d'appui au monde rural (crédit, subventions, sociétés de développement), alors que la réduction des jachères conduit à un déclin alarmant de la fertilité des sols, notamment dans les zones arachidières des savanes africaines.

● **Les ravageurs et les maladies**

L'arachide, bien que moins exposée que d'autres légumineuses tropicales (niébé et soja), est sensible à des maladies et ravageurs divers contre lesquels l'agriculteur se protège en utilisant des variétés tolérantes ou résistantes (notamment à la rosette), en appliquant des mesures agronomiques préventives d'efficacité partielle et en recourant à des traitements chimiques, en fait limités au traitement fongicide des semences et au traitement insecticide des stocks individuels ou collectifs. Des traitements à grande échelle contre les nématodes, ainsi que d'autres actions, telles que l'utilisation d'appâts empoisonnés contre les iules (myriapodes), ont donné de bons résultats dans les conditions privilégiées où ils étaient appliqués, mais n'ont pas été diffusés durablement, faute d'appui technique et d'incitations économiques suffisantes.

Pour le traitement des semences, il est recommandé d'effectuer un enrobage à sec des graines avec un produit fongicide auquel on ajoute parfois un insecticide répulsif. L'effet, en termes de pourcentage de germination, est toujours important et parfois considérable (gain de 30 % et plus) si les graines ont été semées dans des conditions d'hygrométrie défavorables, trop profondément ou trop superficiellement. L'opération s'effectue soit par brassage manuel dans une bassine, soit dans un tambour mélangeur.

La formule Granox

La formulation dépend des produits recommandés ou disponibles localement. La formule commerciale Granox est employée au Sénégal à la dose de 2 ‰ (100 g pour 50 kg de graines), composée de Captafol + Benomyl + Carbofuran en proportions 10-10-20, le reste étant composé de poudre adhésive (talc ou attapulgitite).

Dans les stocks, l'insecte le plus nuisible est la bruche de l'arachide (*Caryedon fuscus*), présente aux champs à la récolte et sur certaines légumineuses pérennes toute l'année. Les petits lots peuvent être détruits en une intersaison. Différentes méthodes de lutte peuvent être préconisées (sous réserve de l'agrément des produits) :

- > comprimés de phosphore d'aluminium dans des récipients métalliques hermétiques (action d'autant moins efficace que l'air est sec) ;
- > traitement sous bâches par fumigation au gaz toxique (bromure de méthyle lorsqu'il est autorisé) : 48 heures à la dose de 30 g/m³, suivi d'une ventilation forcée. Ne traiter que des arachides bien sèches si l'on souhaite les utiliser comme semences ;
- > poudrage insecticide réalisé à mesure du remplissage des magasins ou de la constitution des tas, complété par un traitement de couverture en surface (sacs ou coques en vrac). Selon les réglementations en vigueur sont utilisés : K-othrine, Actellic, Bromophos, Iodophenphos, parfois en panachage.

● **La récolte et les techniques post-récolte**

La récolte de l'arachide est suivie du séchage et du battage, l'ordre de ces deux opérations pouvant être inversé. La teneur en eau des gousses passe ainsi de 30-40 % à la récolte à 6-8 % avant stockage.

Le critère de maturité le plus net est le dessèchement du parenchyme interne des gousses qui devient brunâtre. Avant la date théorique de fin de cycle, il faut procéder à des sondages. L'arrachage doit se faire lorsque 70 à 80 % des gousses sont mures. L'arrachage peut être manuel en sol meuble. Sinon il faut sectionner le pivot racinaire à 10-15 cm sous terre, secouer pour éliminer la terre et laisser ressuyer en andains, gousses en l'air.

Les gousses fraîches ne peuvent être stockées sans s'échauffer. En culture traditionnelle de savane sèche, on met en meules au bout de deux jours, gousses vers l'intérieur en aménageant une cheminée centrale d'aération. On laisse sécher au moins trois semaines. En climat humide, il faut opérer un séchage sur perroquet ou sur un bâti surélevé et finir le séchage en couches minces sous abri. Un séchage artificiel peut être conduit dans des séchoirs de type riz, en respectant les règles suivantes :

- > hauteur optimale : de 0,6 m pour 35 % d'humidité à 3 m pour 20 % d'humidité ;
- > ne pas dépasser 35°C pour l'air soufflé à travers la masse, ou mieux ne pas dépasser de 5°C la température ambiante ;
- > adopter un débit moyen compris entre 300 et 600 m³/h et par m³ d'arachide ;
- > procéder en deux temps : une phase rapide et une phase lente de finissage.

En culture traditionnelle, l'égoussage manuel aboutit à un produit parfait et préserve les fanes. Des bâtons, fléaux et divers types de batteuses mécaniques inspirées des batteuses à riz sont utilisés. Il faut ensuite vanner pour séparer les gousses des brisures. Des précautions particulières sont prises pour traiter les semences et l'arachide de bouche. Des batteuses mobiles ou à poste fixe sont utilisées dans les pays de culture mécanisée, les plus performantes intervenant directement après arrachage et déversant le produit dans des vannes équipées de séchoirs.

Le stockage individuel (semences et auto-consommation) est aléatoire, notamment après décortilage. Le stockage collectif, villageois ou industriel, est toujours préférable. L'opération doit obéir aux règles suivantes :

- > s'assurer de la propreté et de la sécheresse des coques à traiter ;
- > procéder, si possible, à une désinsectisation au gaz toxique sous bâches ;
- > nettoyer et désinsectiser préalablement le magasin et la sacherie ;
- > poudrer avec un insecticide à mesure du stockage (vrac) ou du remplissage des sacs et faire un poufrage final de couverture ;
- > effectuer un contrôle par échantillonnage toutes les trois semaines.

Le stockage des graines doit être limité aux produits finis avant expédition (bouche) ou distribution (semences). Il nécessite des précautions et des infrastructures particulières : entreposage sous bâches, magasin climatisé ou réfrigéré lorsque la période de stockage excède huit mois.

● Les temps de travaux

Les temps de travaux cités au tableau 4 ont été relevés dans trois situations correspondant à la culture manuelle intégrale, à la culture attelée et à la culture motorisée correspondant à un niveau moyen (aux Etats-Unis en 1970).

Tableau 4. Temps de travaux pour la culture de l'arachide (heures par hectare)

	Culture		
	<i>Motorisée (Etats-Unis 1970)</i>	<i>Attelée (sud Sénégal) cheval</i>	<i>Manuelle (Congo)</i>
Préparation terrain	7,5	30	120
Décortilage semences	--	90	100
Semis	5,3	15	120
Épandage engrais	--	10	--
Entretien	41	85	160
Traitement	1,5	--	--
Arrachage, meules	--	100	70
Battage	50	60	240
Total	105,3	390	810

● Les perspectives de la filière

● L'évolution récente de la filière

La filière arachide est actuellement caractérisée par :

- > une augmentation lente et constante de la production, passée de 23 à 30 millions de tonnes (coques) en une décennie, imputable pour l'essentiel à des progrès considérables de la productivité aux Etats-Unis et en Chine ;
- > une monétarisation croissante de la production dans des zones jusque-là vouées à l'auto-consommation, liée au développement de marchés urbains et de réseaux de collecte informels mal connus ;
- > la régression des exportations de produit brut (coques et graines non triées en vrac) au profit de l'industrie locale et surtout d'un secteur artisanal en fort développement, parallèlement à la régression des ventes de tourteaux, qui compromet la rentabilité de la filière huilerie industrielle (Sénégal) ;
- > une évolution croissante du marché international vers le secteur le plus rémunérateur : l'arachide de bouche, au détriment de la filière huilerie ;
- > une transition difficile vers la privatisation de la filière dans un contexte institutionnel encore mal stabilisé dans de nombreux pays du Sud ;
- > le durcissement des normes de qualité technologique et surtout sanitaire (contrôle de l'aflatoxine), imposé par les pays importateurs (UE surtout) et auquel les pays du Sud devront s'adapter s'ils veulent rester présents sur le marché ;
- > l'émergence sur le marché de producteurs asiatiques (Vietnam) et de clients potentiels (Europe de l'Est).

Le tableau 5 donne une appréciation de la répartition actuelle de la production dans le monde, l'estimation des superficies étant hasardeuse du fait de l'importance des cultures associées. L'essentiel de la production est assuré par l'Asie, mais ce continent intervient peu sur un marché international restreint (moins de 15 % du total), dominé par les Etats-Unis.

Tableau 5. Production d'arachide dans le monde, 2001 (coques)

Pays	Production (millions de tonnes)
Chine	14,6
Inde	6,2
Nigeria	2,9
Etats-Unis	1,8
Sénégal	1,1
Indonésie	1,0
Monde	34,7

Source : FAO.

● La recherche

Les enjeux de la recherche arachidière correspondent à une double nécessité :

- > améliorer durablement la productivité dans les petites exploitations des pays en développement ;
- > améliorer la qualité des produits, en réponse à la demande des marchés.

Ceci implique que des actions de recherche soient conduites à plusieurs niveaux :

- > développer les travaux d'agro-physiologie afin de mieux définir les stades de sensibilité et d'identifier les causes des limitations du rendement, dans le but de déclencher les interventions agronomiques à bon escient et d'en optimiser les effets ;
- > définir des itinéraires techniques intégrant les aspects agronomiques et socio-économiques, afin d'insérer l'arachide dans des systèmes de culture pluviaux et irrigués reproductibles et adaptés aux grandes zones agro-écologiques ;
- > améliorer la qualité sanitaire, nutritionnelle et technologique des produits arachidières en intervenant à plusieurs niveaux :
 - *par la sélection* : tolérance à la sécheresse, à l'aflatoxine, aux maladies et prédateurs, amélioration de la composition en acides aminés et en acides gras essentiels ;
 - *par la phytotechnie* : développement de méthodes agronomiques préventives de la sécheresse (en combinaison avec l'irrigation), des maladies et des prédateurs (en combinaison avec les traitements chimiques) ;
 - *par la technologie post-récolte* : amélioration et diversification des produits et sous-produits de la plante. Il s'agit de permettre à l'agriculteur, en participant à la première transformation, de bénéficier d'une partie de la plus-value à ce jour réservée aux opérateurs industriels ou artisanaux.

Les opérateurs de la recherche arachidière

Ils opèrent à différents niveaux :

- international : l'ICRISAT conduit, à partir de son centre principal situé à Hyderabad, des recherches portant principalement sur la sélection et la défense des cultures. Il gère des centres régionaux en Afrique de l'Ouest et Australe ;
- régional : un « réseau arachide » est mis à la disposition des institutions nationales ouest et centrafricaines par le CORAF (Conseil ouest et centre africain pour la recherche et le développement agricoles) ;
- coopération technique : citons le programme cultures alimentaires du CIRAD, qui intervient sur l'arachide surtout en Afrique, et le Peanut CRSP (Cooperative Research Support Program) des États-Unis qui intervient en Afrique et en Asie ;
- national : tous les systèmes nationaux des pays producteurs (en particulier l'ISRA au Sénégal et le Groundnut Research Center au Shandong en Chine) interviennent sur l'arachide.

LE CARTHAME (DES TEINTURIERS)

Carthamus tinctorius

Anglais : safflower, bastard saffron

Espagnol : alazor, azafrán, cártamo

Portugais : açafão bastardo, cártamo

Famille des Asteraceae

● **Les utilisations du carthame**

Cultivé en Inde, en Chine, en Egypte, au sud de l'Europe, au Mexique, au Venezuela et en Colombie, il serait originaire d'Asie.

Le carthame est principalement produit aujourd'hui pour son huile destinée à la consommation humaine. En effet, son taux d'acide linoléique (75 %) est supérieur à celui des huiles de maïs, de soja, de coton, d'arachide et d'olive.

Le carthame contient des matières colorantes rouges et jaunes utilisées pour la coloration de la soie. Les fleurs du carthame sont utilisées comme produit de teinture à un coût moindre que celles du safran, dont elles ont les mêmes propriétés tinctoriales. Les graines contiennent de l'huile (acides mono et polyinsaturés) utilisée dans l'alimentation humaine mais également dans l'industrie chimique pour la constitution de vernis et de peintures. Les graines sont également destinées à l'alimentation des oiseaux. Les tiges sont utilisées dans la fabrication de savon et le tourteau dans l'alimentation du bétail.

● **La plante et sa culture**

La plante est annuelle, buissonnante, d'une hauteur de 0,60 à 1,5 m, à feuilles alternes et tiges raides et droites de couleur blanchâtre. Le système racinaire pivotant descend jusqu'à 3 m de profondeur dans les sols humides. La tige produit d'un à cinq capitules d'environ 2,5 à 3,5 cm de diamètre. Chaque capitule porte quinze à cinquante graines contenant 34 à 36 % d'huile. La reproduction s'effectue par semis.

Le carthame est tolérant au gel au stade rosette, mais très sensible au froid après l'élongation de la tige et jusqu'à la maturité des graines. Il nécessite des températures chaudes, un ensoleillement et des conditions sèches pendant la floraison et le remplissage des graines. En conditions humides, les risques de maladies augmentent et les rendements diminuent. Il nécessite quatorze heures de lumière par jour et ne tolère pas l'ombre. Il préfère les sols argileux, mais peut croître dans des sols sableux ou grossiers. Il tolère le sel mais un niveau élevé de salinité diminue le taux de germination.

Le cycle de culture dure 110 à 150 jours pour une culture de printemps. Le zéro de germination est de 4,5°C et la température idéale de germination de 15,5°C. Le semis doit être réalisé dans un sol humide sur au moins 10 cm. La pollinisation est accrue avec la présence d'abeilles sur le champ. Le carthame est sensible à la sclérotine (pourriture du capitule), comme le tournesol, la moutarde et le haricot. On récolte lorsque les feuilles sont devenues marron. Il faut éviter que les graines se décolorent et germent (ce qui arrive s'il pleut et que la récolte est tardive).

LE COCOTIER

Cocos nucifera L.

Anglais : coconut (palm)

Espagnol : cocotero

Portugais : coqueiro

Famille des *Arecaceae* (= *Palmaceae*)

Sous-famille : *Arecoideae*. Tribu : *Cocoeae*. Sous-tribu : *Butiinae*. Genre *Cocos*.

Le cocotier est la seule espèce du genre *Cocos* et on ne connaît pas d'espèce sauvage apparentée.

● Les utilisations du cocotier

Le cocotier procure à l'homme de nombreux produits de grande utilité. Il est surtout cultivé pour ses fruits qui comprennent :

- > une enveloppe externe fibreuse, employée en particulier en filature, tissage et rembourrage ;
- > une amande, qui peut être consommée à l'état frais ou transformée, principalement en lait et en crème. Après séchage de l'amande dans un four, on obtient du coprah, duquel on extrait de l'huile ;
- > de l'eau de coco, qui constitue un breuvage rafraîchissant ;
- > une coque, qui a, elle aussi, plusieurs utilisations.

Outre les fruits, bien d'autres parties du cocotier sont utilisées par l'homme. Par incision de l'inflorescence, on obtient une sève qui sert à la fabrication de boissons alcoolisées et de vinaigre ou dont on extrait des sucres. Les racines sont utilisées en pharmacie, le tronc pour les charpentes et les feuilles pour la confection de nattes, de chapeaux et d'objets artisanaux. Enfin le bourgeon terminal se consomme à l'état frais ou cuit (chou coco). Le cocotier mérite bien son nom d'*arbre aux cent usages*.

● La plante et son environnement

● La plante

● L'origine et la diffusion

Le cocotier est sans doute originaire de la région Pacifique, entre l'Asie du Sud-Est et la Mélanésie, avec un centre de diffusion secondaire dans le sous-continent indien. Son fruit est adapté à la dissémination par les courants marins, mais l'homme a largement contribué à lui donner son extension mondiale. On distingue trois grands courants :

- > des populations austronésiennes l'ont transporté d'Asie du Sud-Est jusqu'en Polynésie et à Madagascar, et sans doute vers la côte Pacifique du Panama ;
- > au Moyen Age, le commerce arabe crée d'intenses échanges au sein de l'Océan indien ;
- > au XVI^e siècle, les voyageurs européens le transportent de la région indienne vers l'Afrique de l'ouest et la côte ouest de l'Amérique.

Les surfaces cultivées se sont considérablement accrues au début de ce siècle, mais la production a connu ensuite un déclin relatif au cours de ces cinquante dernières années. Omniprésent sur les côtes situées aux latitudes inférieures à 20° Nord et Sud, le cocotier couvre aujourd'hui onze millions d'hectares. Quarante-six millions de tonnes de noix fraîches sont produites, dont 85 % en Asie, où se trouvent les trois premiers pays producteurs : l'Indonésie (30 %), les Philippines (23 %) et l'Inde (19 %).

● **Les caractéristiques morphologiques**

Le cocotier se compose de quatre parties :

- > *le tronc ou stipe*, qui ne croît pas en épaisseur, mais uniquement en hauteur à partir de son émergence (le cocotier est une monocotylédone), contient plusieurs milliers de faisceaux libéraux-ligneux conducteurs de sève et sa surface est marquée par les cicatrices foliaires ;
- > *les feuilles ou palmes*, qui sont émises en continu à partir d'un bourgeon unique (le cœur), les nouvelles palmes remplaçant les palmes basses sénescentes. En conditions environnementales stables, le cocotier a donc une couronne foliaire de forme constante, composée de trente-cinq palmes vertes environ chez l'hybride PB 121. Chaque palme mesure cinq à six mètres de long et porte environ deux cent folioles de part et d'autre du rachis ;
- > *les régimes*, produits à l'aisselle de chaque palme, sont composés d'épilletts portant des fleurs mâles et femelles. La fécondation a lieu quelques jours après l'ouverture naturelle de la spathe. Il faut environ un an entre la fécondation des fleurs femelles et la récolte des noix mûres ;
- > *le système racinaire*, du type adventif et fasciculé, est composé à l'état adulte de 8 à 10 000 racines primaires, qui peuvent atteindre 25 m en surface et 5 à 6 m en profondeur. Ces racines de 1 cm de diamètre portent, selon un angle de 90°, des racines secondaires (2,5 mm de diamètre et 3 m de long) qui portent des racines tertiaires (1 mm de diamètre et 10 cm de long) se ramifiant elles mêmes en racines quaternaires (0,4 mm de diamètre et 1 cm de long). Les racines primaires et secondaires participent à l'ancrage de l'arbre et ont un rôle d'exploration alors que les racines tertiaires et quaternaires ont plutôt un rôle d'exploitation des ressources hydrominérales du sol.

● **Les modes de reproduction**

On répertorie plus de 400 cultivars traditionnels de cocotier. Nombre d'entre eux sont conservés dans des banques de germplasm, regroupées au sein du réseau COGENT qui regroupe plus de 1 200 accessions dans dix neuf pays. Cette variabilité peut être résumée à l'aide de plusieurs critères :

- > *la forme du fruit* : on distingue le type *Niu Kafa* à fruit allongé et triangulaire, riche en bourre et relativement pauvre en albumen liquide (eau de coco), le type *Niu Vai* à fruit rond, à bourre plus réduite et riche en albumen liquide, et les formes intermédiaires ;
- > *le mode de reproduction et la stature de l'arbre* : les cocotiers *grands* sont majoritaires, à fécondation croisée et pourvus d'un stipe robuste et à croissance rapide. Les cocotiers *nains*, étroitement apparentés entre eux, s'autofécondent le plus souvent, ont un stipe grêle et une croissance lente. Le *Niu Leka* est similaire aux *grands*, excepté pour sa croissance très réduite ;

> *l'origine génétique*, révélée par les marqueurs moléculaires (en particulier RFLP). Le groupe Pacifique, le plus diversifié, comprend tous les types de cocotiers cités plus haut, principalement des *Niu Vai*. Les *nains* y trouvent leur origine. Le groupe indo-atlantique, originaire du nord de l'Océan indien, est également présent en Afrique de l'ouest et en Amérique, sur la façade atlantique. Il comprend exclusivement des grands, le plus souvent de type *Niu Kafa*. D'autres populations sont issues de la rencontre entre ces deux groupes, en Afrique de l'Est et aux îles Andaman.

Divers centres de recherches ont mis au point des hybrides à haut potentiel, *nains x grands* ou, plus récemment, *grands x grands*. Plus coûteux à produire, ils apportent un gain de production pouvant atteindre 50 à 80 %, dans des systèmes de culture à haut niveau d'intrants.

Les hybrides sont produits dans des champs semenciers isolés. Les arbres-mères sont émasculés. Le pollen provient de géniteurs d'un autre cultivar qui peut être planté dans le même champ (fécondation naturelle dirigée) ou séparément. Dans ce cas, un mélange de talc et de pollen est pulvérisé sur les inflorescences réceptives (pollinisation assistée).

● L'écologie du cocotier

Le cocotier est très plastique vis-à-vis du sol. On le trouve sur des types de sol très variés, dont certains considérés comme marginaux voire inaptes à toute autre culture, comme les sols coralliens des atolls du Pacifique, les sables grossiers complètement désaturés des plages littorales, les sols sulfatés acides de mangrove et les tourbes profondes.

En revanche, le cocotier est une plante sensible aux facteurs climatiques :

- > la pluviosité optimale est de 1800 mm/an, répartis uniformément dans l'année, avec une certaine tolérance à une réduction ou à un excès de pluie temporaire ;
- > l'ensoleillement minimum est approximativement de 1 800 heures de soleil par an, avec au moins cent vingt heures par mois ;
- > la température moyenne optimale est de 27°C, la plus stable possible le long de l'année. La limite supérieure est estimée à 35°C environ, la limite inférieure à 20°C environ, la limite de survie à 13°C. De ce fait, la culture du cocotier est limitée en latitude (approximativement au 20^{ème} parallèle) et en altitude (approximativement à 500 m) ;
- > l'hygrométrie de l'air est un facteur très important. Les stomates du cocotier se ferment très vite lors d'une baisse de l'hygrométrie de l'air, indépendamment de la réserve en eau du sol. La culture du cocotier n'est donc pas recommandée dans les zones où l'hygrométrie à midi est inférieure à 50 % pendant plus de trois mois consécutifs ;
- > le vent est rarement en lui-même un facteur limitant : mis à part les cas de cyclones, le cocotier supporte des brises fortes. Cependant le vent peut dans certains cas aggraver la chute de l'hygrométrie (cas des vents desséchants en saison sèche).

Le cocotier a donc de grandes exigences climatiques, d'où son cantonnement à certaines régions de la zone tropicale humide. En général les zones côtières, sous l'influence d'une brise marine qui charge l'air d'humidité et amortit les écarts de température, sont les plus favorables à la culture du cocotier. Mais on peut trouver aussi des situations favorables à l'intérieur des terres.

● La culture

● L'itinéraire technique

● La mise en place de la culture

Pour l'acquisition du matériel végétal, il convient de s'adresser à des organismes spécialisés, seuls capables de produire des semences de haute qualité, qu'il s'agisse d'hybrides ou de cultivars traditionnels améliorés. Outre le potentiel de production, l'adaptation aux conditions écologiques et phytosanitaires est à prendre en compte.

La préparation des plants est conduite dans des germoirs et des pépinières. Pour obtenir des plants homogènes et vigoureux, il faut successivement éliminer les noix non germées ou germées avec retard (20 %), puis les noix présentant un germe atypique, puis les plants mal venus ou anormaux (15 %). On obtient ainsi un rendement global de 50 à 60 plants maximum pour 100 semences hybrides mises en germoir. Il faut donc 250 semences pour planter un hectare de cocotier à la densité de 143 plants/ha et 275 semences pour planter un hectare de cocotiers à la densité de 160 plants/ha.

La création d'une plantation comprend quatre opérations : le défrichage et la préparation du terrain, le semis d'une légumineuse de couverture, le piquetage et la plantation.

Le défrichage et la préparation du terrain peuvent être faits manuellement ou mécaniquement, en fonction des possibilités et des contraintes locales. Les méthodes manuelles ont l'avantage de respecter la couche humifère du sol.

Le semis d'une légumineuse de couverture a trois objectifs : l'enrichissement du sol en matière organique, le contrôle des adventices et la diminution du risque d'érosion. Les légumineuses herbacées les plus couramment utilisées sont *Pueraria javanica*, *Centrosema pubescens* et *Calopogonium (mucunoides-caeruleum)*. Sur des sols très appauvris dont on veut restaurer la fertilité, on peut utiliser également des légumineuses arbustives ou arborescentes plus vigoureuses, telles que *Leucena glauca*, *Acacia mangium* et *Acacia auriculiformis*, en lignes alternées avec les cocotiers.

Le piquetage consiste à repérer sur le terrain, en fonction de la densité de plantation retenue, l'emplacement futur des cocotiers. Dans le cas des plantations villageoises, le piquetage peut être réalisé avec un matériel très simple (chaîne d'arpenteur ou cordes et mètre ruban). Pour une densité de 160 arbres/ha (8,5 m en triangle), la distance entre les lignes est de 7,36 m et pour 143 arbres/ha (9,50 m en triangle) cette distance est de 7,80 m.

Il convient de garder les plants suffisamment longtemps en pépinière pour permettre une sélection rigoureuse avant transplantation. L'âge idéal de transplantation des plants se situe entre six et huit mois. À cet âge, un hybride *nain* x *grand* a en moyenne 18 à 20 cm de circonférence au collet, 7 à 8 feuilles vivantes et 110 à 120 cm de hauteur. Enfin, les feuilles les plus jeunes sont déjà différenciées (séparation des folioles).

La plantation doit avoir lieu à une période climatique favorable, en général le début d'une période pluvieuse. La plantation doit être réalisée au plus tard deux jours après la sortie des plants de la pépinière. On creuse un trou dont l'ouverture est légèrement plus grande que le sac et la profondeur telle que la terre recouvre de cinq centimètres le sommet de la noix.

● **Les cultures associées**

En cocoteraie adulte, l'éclairage au sol augmente. Les cultures associées deviennent alors possibles, présentant les mêmes avantages qu'au jeune âge. Permettant une meilleure utilisation du terrain et de la main-d'œuvre disponible, les cultures associées assurent au planteur un revenu pendant la période improductive de la cocoteraie. Bien entretenues, elles favorisent le développement des cocotiers.

Les cultures associées les plus couramment pratiquées sont le cacaoyer, le caféier, le bananier, l'ananas, le maïs, le poivrier, le vanillier, les arbres fruitiers, le giroflie et le kava dans la région Pacifique. Des plantes à tubercules comme l'igname, le taro et surtout le manioc sont à cultiver avec précaution car, sur de longues périodes, elles peuvent entraîner des déficiences minérales sévères.

Pour être bénéfiques, les cultures associées nécessitent une bonne maîtrise technique. Le planteur doit en effet respecter l'équilibre entre le cocotier et les cultures intercalaires.

L'association cocotier-élevage (bovins, ovins et caprins) ne peut être pratiquée que lorsque les palmes sont hors de portée des animaux. Cette association nécessite des sols fertiles et une bonne distribution des pluies permettant une production fourragère tout au long de l'année.

● **L'entretien**

Le désherbage des ronds facilite le développement des cocotiers en évitant leur étouffement et la concurrence hydrique. Le nombre de passages diminue avec l'âge des cocotiers : de six tours/an au jeune âge à deux ou trois tours à l'âge adulte.

● **La fumure**

La fumure minérale du cocotier se base sur la technique du diagnostic foliaire : analyse minérale d'un échantillon foliaire représentatif du statut minéral de l'ensemble de l'arbre et d'âge physiologique identique d'année en année (en l'occurrence un morceau central de folioles centrales de la palme n°14).

Dans une zone de culture de conditions pédoclimatiques homogènes, des expériences de nutrition minérale établissent pour chaque élément une corrélation dose d'engrais-teneur foliaire-production, à l'échelle pluri-annuelle. La fumure minérale des parcelles de rapport est pilotée par un diagnostic foliaire annuel. Elle est calculée de façon que les teneurs foliaires des parcelles de rapport s'alignent sur les teneurs foliaires de la combinaison optimale sur les expériences de référence.

Ces expériences de référence *in situ* ont donc pour but de :

- > détecter les éléments sensibles (identification des carences minérales) ;
- > calculer la réponse des cocotiers à ces éléments, par l'expérimentation de doses croissantes d'engrais ;
- > définir les équilibres minéraux optimaux, en mesurant les interactions positives ou négatives entre éléments.

Après plusieurs dizaines d'années d'utilisation dans des régions très variées, cette méthode de gestion de la fumure minérale des cocoteraies s'est avérée procurer le meilleur rapport qualité/prix. Des carences minérales très diverses ont été rencontrées

dans les différentes zones de culture du cocotier. Les plus connues sont les suivantes mais la liste est loin d'être exhaustive :

- > la carence en azote dans les sites pauvres en matière organique ;
- > la carence en phosphore sur les sols sableux littoraux dans le Nord-Est brésilien ;
- > la carence en potassium sur les sols ferrallitiques désaturés en Afrique de l'Ouest ;
- > la carence en cuivre sur les tourbes épaisses en Indonésie ;
- > la carence en fer et manganèse sur les sols coralliens des atolls du Pacifique ;
- > la carence en chlore dans les zones éloignées du littoral qui ne disposent donc pas d'apports naturels de chlore, ni atmosphériques par embruns chargés de sel, ni souterrains par nappe phréatique plus ou moins salée. Dans ces zones, la réponse aux engrais chlorés, notamment au chlorure de sodium NaCl, est en général spectaculaire et très rentable.

● La défense des cultures

Les arthropodes nuisibles peuvent affecter toutes les parties du cocotier ou transmettre des maladies létales à phytoplasmes, virus, nématodes ou trypanosomes. Les maladies localisées au feuillage, aux fruits et au bourgeon sont d'origine essentiellement fongique. La répartition géographique et l'impact économique de ces problèmes sont très variables.

Tableau 6. Les ravageurs du cocotier

Ordre	Sites d'attaque	Noms	Répartition géographique
Lépidoptères	Feuilles	<i>Limacodidae</i> (en prédominance)	Toutes zones
	Régimes et troncs	<i>Castnia spp</i>	Amazonie
	Racines	<i>Sufetula spp</i>	Asie, Afrique
Coléoptères	Feuilles	<i>Promecotheca spp</i>	Asie, Pacifique
	Feuilles juvéniles de la flèche	<i>Brontispa spp</i>	Asie, Pacifique
	Galleries dans la flèche	<i>Scapanes spp</i>	Asie, Pacifique
	Galleries dans la flèche	<i>Oryctes spp</i>	Afrique, Asie
	Stipe	<i>Rhynchophorus spp</i>	Afrique, Asie
	Plateau racinaire, bulbe	<i>Strategus spp</i>	Amérique du Sud
Homoptères	Feuilles	<i>Aspidiotus destructor</i>	Toutes zones
Hémiptères	Fleurs, jeunes fruits	<i>Amblypelta cocophaga</i>	Salomons
	Fleurs, jeunes fruits	<i>Pseudotheraptus spp</i>	Afrique
Acarien	Fleurs, jeunes fruits	<i>Eryophies guerreronis</i>	Amérique, Afrique, Asie du Sud-Ouest

Il convient, pour épargner la faune utile, de privilégier si possible des insecticides non toxiques pour les parasitoïdes, à base de *Bacillus thuringiensis* ou de virus spécifiques. Les techniques culturales préventives et le piégeage lumineux ou olfactif viennent en complément.

L'application de toutes ces méthodes nécessite une surveillance régulière des plantations. Dans le cas de pullulation d'un ravageur, on dénombre ses populations afin d'intervenir sur la surface où le seuil critique est dépassé.

L'application de pesticides peut se faire selon différentes techniques : pulvérisateurs, atomiseurs, thermonébulisateurs ou par voie systémique (injections dans le stipe et absorption racinaire).

Tableau 7. Les maladies du cocotier

Noms	Étiologies	Pathogènes	Vecteurs	Répartition géographique	Observations (Sites d'attaques, interventions...)
Helminthosporiose	Fongique	<i>Drechslera incurvata</i>		Toutes zones	Feuillage, pulvérisations dans le jeune âge seulement
« Lixa pequena »	Fongique	<i>Phyllachora toreudiella</i>		Amérique du Sud	Contrôle naturel par champignons hyperparasites
« Lixa grande »	Fongique	<i>Sphaerodothis acrocomiae</i>			
« Quema »	Fongique	<i>Botryosphaeria cocogena</i>			
Pourriture humide	Fongique	<i>Phytophthora spp</i>		Toutes zones	Pourriture humide du bourgeon ou forte baisse de production de noix -Injection de phosétil aluminium ou de FOLI-R-FOS 400
Hartrot ou Marchitez	Trypanosomes	<i>Phytomonas</i>	<i>Lyncus sp</i>	Amérique	Contrôle chimique
Anneau rouge	Nématodes	<i>Rhadinaphelincus cocophilus</i>	<i>Rhynchophorus palmarum</i>	Amérique	Piégeage olfactif des adultes et destruction des arbres infestés
Jaunissements mortels	Phytoplasmes		<i>Myndus crudus</i> en Amérique tropicale	Caraiibes, Afrique de l'Ouest et du Centre	Variétés résistantes non identiques d'un pays à l'autre, à cause de la diversité des souches du pathogène
Dépérissement foliaire	Virus	Coconut foliar decay virus (CFDV)	<i>Myndus taffini</i>	Vanuatu	Éradication de <i>Hibiscus tiliaceus</i> , hôte du vecteur, et utilisation de variétés ou d'hybrides tolérants
Cadang-cadang	Viroïdes	Coconut cadang-cadang viroid (CCCVd)	Mécaniquement transmissibles	Philippines	Vecteur et moyens de lutte non connus
Tinangaja	Viroïdes	Coconut Tinangaja viroid (CTiVd)	Mécaniquement transmissibles	Ile de Guam	Vecteur et moyens de lutte non connus
Blast	Inconnu		<i>Recilia mica</i>	Afrique	En pépinière, ombrage, élimination des graminées, et applications d'aldicarbe
Pourriture sèche du coeur	Inconnu		<i>Sogatella sp</i>	Toutes zones	

● Les temps de travaux et les fournitures nécessaires

Les temps de travaux sont donnés à titre indicatif. Il s'agit de chiffres moyens, variables suivant le contexte.

● La conduite des germoirs et des pépinières

Tableau 8. Temps de travaux (journées pour mille plants en sacs plastiques)

Opération	Germeoir	Pépinière
Entaillage des noix	1	
Repiquage		6
Confection des planches	3	19
Arrosage-entretien	2	16
Pépinieriste	2	16
Total	8 journées	57 journées

Tableau 9. Fournitures nécessaires

Fournitures	Germeoir	Pépinière
Noix germées	1720	
Sacs de pépinière		1250 sacs
Engrais		100 kg perlurée + 100 kg phosphate bicalcique 100 kg chlorure de potassium + 50 kg kiésérite
Carburant motopompe et lubrifiant		37,5 l carburant + 3,0 l lubrifiant

Ceci représente un total de soixante-cinq journées pour mille plants. Il s'agit d'une norme pour de grandes pépinières de type industriel. Dans le cas de petites pépinières, on peut compter le double, soit cent trente journées pour mille plants.

● La création et l'entretien d'un hectare de cocoteraie villageoise

Tableau 10. Temps de travaux (journées/ha)

Année	0	1	2	3	4	5 et +	Total
Abattage, tronçonnage, brûlage	47						47
Finition	10						10
Semis couverture	3,5						3,5
Sarclage couverture	10	2					12
Piquetage	3,5						3,5
Trouaison	1						1
Mise en place	3						3
Pose grillage	1						1
Remplacements		0,5	0,2				0,7
Entretien	3,5	8	6	5,5	5	5	33
Contrôle phytosanitaire	1,5	1,5	0,5	0,5	0,5	0,5	5
Divers	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	3
Total	85,0	13,0	8,2	7,5	7,0	7,0	127,7

Tableau 11. Fournitures nécessaires (pour 1 ha)

Année	0	1	2	3	4	5 et +	Total
Plants (nbre)	160	20	10				190
Pueraria (kg de semences)	15						15
Fumure							
perlurée (kg)	32	48	64	80	120		344
phosphate Super-simple (kg)	32	64	80	80	80		336
chlorure de potassium (kg)	64	128	240	320	384	384	1 520
kiésérite (kg)	32	64	120	160	192	192	760
Produits phyto	pm	pm	pm	pm	pm	pm	

● La récolte et les opérations post-récolte

● La récolte

En conditions optimales, le cocotier est une plante qui croît, fleurit et fructifie toute l'année. Cependant, sa production peut diminuer suite à des périodes de sécheresse et autres accidents climatiques, ce qui induit des successions de pics de production et de périodes creuses. À complète maturité, les noix se décrochent du régime et tombent au sol où elles sont ramassées régulièrement. On pratique trois à six tours de récolte par an, selon la productivité et le climat local. En cas de risque de vol, les noix sont cueillies par des grimpeurs qui sectionnent les régimes arrivant à maturité. Les noix cueillies doivent subir un stockage intermédiaire pour achever leur maturation : *le seasoning*. Les noix peuvent ensuite être débouffées sur un pieu acéré (enlèvement de l'enveloppe fibreuse), ce qui réduit la charge de transport des noix jusqu'au site de transformation.

● La transformation oléagineuse

La noix de coco peut être transformée en produits très divers : produits frais (crème, lait, farine de coco), huile et tourteau, sucre, boissons alcoolisées, charbon de coque, cordes et nattes, etc. Du fait de sa nature oléagineuse, cette *grosse graine* a surtout été exploitée pour produire de l'huile. L'huile de coprah appartient au groupe des huiles lauriques. Riche en acides gras saturés à chaînes courtes et moyennes, cette huile présente une bonne stabilité, une faible viscosité et un fort indice de saponification (pouvoir moussant) qui lui ouvrent quantité d'emplois industriels : savonnerie, shampoings et détergents, margarines pour la pâtisserie industrielle. Elle représente également la première huile de cuisine en Asie du Sud-Est.

Il existe deux grands moyens d'extraction de l'huile de coco : la voie sèche, dans laquelle l'amande est transformée en coprah avant trituration, et la voie humide, qui part directement de l'amande fraîche.

● L'extraction par voie sèche

C'est la voie classique : l'extraction est réalisée sur l'amande déshydratée, le coprah, produit stable et donc stockable et transportable dans de bonnes conditions. La préparation du coprah est essentiellement le fait des petits planteurs et concerne plus de la moitié de la récolte.

Le coprah est obtenu par le séchage de l'amande fraîche de noix de coco mûres, dont la teneur en eau est abaissée de 50 à 6 %. Il existe différentes méthodes : séchage solaire ou séchage à l'aide d'un séchoir à chauffage direct ou à air chaud, équipement qui permet d'obtenir le meilleur coprah. La qualité du coprah dépend avant tout de sa préparation : le séchage doit être complet (teneur en eau inférieure à 7 %), régulier et ne doit pas induire de brûlage de l'amande, ni sa pollution par des produits de combustion (défauts qui affectent la couleur et la qualité de l'huile).

L'extraction de l'huile de coprah suit le schéma classique de trituration des graines oléagineuses : extraction mécanique par pressage dans des expellers et extraction par solvant. Ces deux méthodes peuvent être utilisées seules ou en combinaison. Le pressage du coprah donne lieu à la production d'un tourteau plus ou moins riche en huile. L'huile résiduelle contenue dans le tourteau peut être récupérée par extraction à l'hexane.

L'huile brute extraite contient des impuretés ou des composés indésirables qu'il convient d'éliminer avant la consommation. Les impuretés les plus grossières peuvent être séparées par traitement physique : décantation statique, centrifugation ou filtration. Le raffinage a pour but d'éliminer les composés chimiques indésirables : acides gras libres, substances colorées et composés volatils gênants.

● **L'extraction par voie humide**

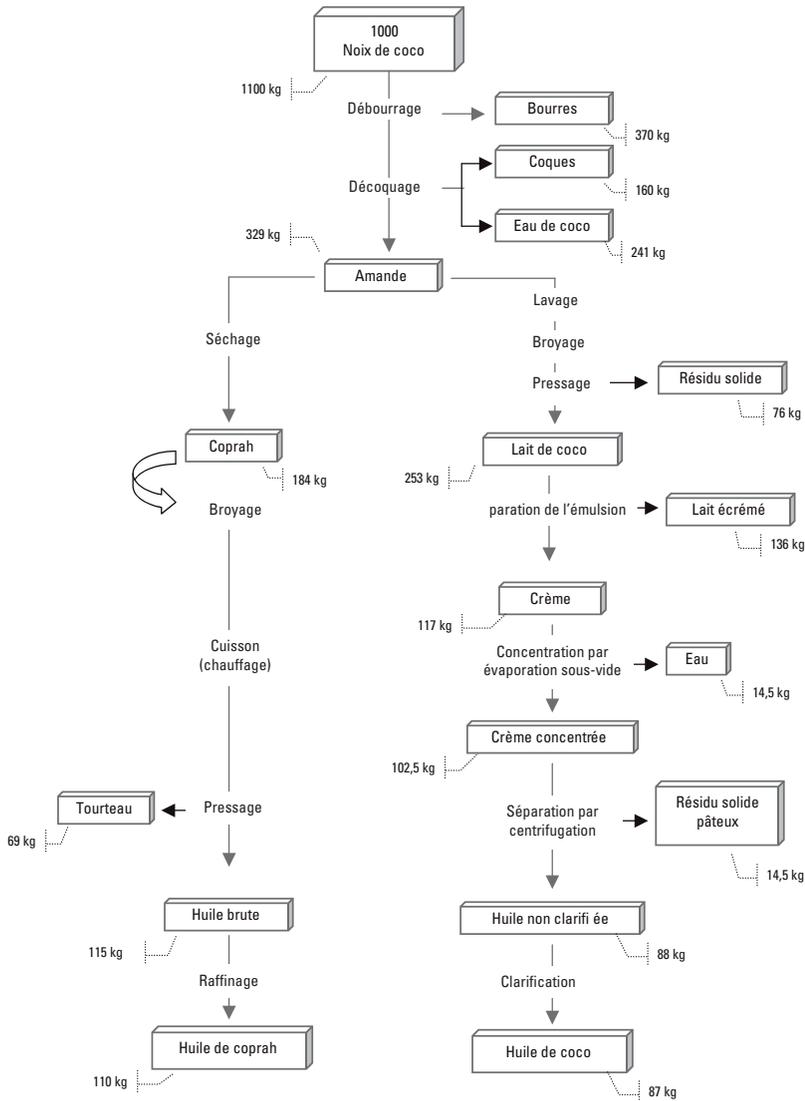
Il existe de très nombreux procédés traditionnels ou artisanaux de transformation directe de la pulpe de noix de coco en lait, crème ou huile. Le marché de ces produits se développe mais est encore marginal par rapport à l'ensemble de la filière.

Les procédés traditionnels consistent pour la plupart à râper l'amande fraîche, à en extraire par pression ou lessivage une émulsion de matière grasse dans l'eau (lait de coco), et enfin à séparer l'huile. Différentes méthodes peuvent être employées pour extraire le lait de coco (fouillage, pressage manuel, pressage sous levier) et pour casser l'émulsion (décantation naturelle ou fermentation du lait suivie d'un écrémage, chauffage). Certaines opérations unitaires ont pu être mécanisées : râpes motorisées, presses mécaniques, foyers améliorés.

Des techniques modernes de transformation ont été mises au point au cours des cinquante dernières années. Elles reprennent en grande partie les procédés traditionnels en les industrialisant : utilisation de broyeurs, de presses, de centrifugeuses ; séparation de l'huile par génie biologique ; méthodes cryogéniques ou encore décantation dynamique.

● **La voie semi-humide**

Appelé encore *séchage-friture*, ce procédé consiste à déshydrater l'amande fraîche broyée en la plongeant rapidement dans un bain d'huile de coco chaude, avant de poursuivre l'extraction de l'huile par la voie sèche classique. Le séchage de l'amande étant obtenu en quelques minutes, le procédé permet de réaliser l'ensemble du processus d'extraction de l'huile en moins de deux heures après l'ouverture de la noix, ce qui garantit une qualité optimale des produits (huile et tourteau).



► Figure 2. Les deux types d'extraction de l'huile de coco

● Les autres transformations

● La fabrication du coco râpé

Le coco râpé constitue l'un des produits apportant le plus de valeur ajoutée. Destiné à la consommation humaine directe, sa fabrication doit obéir à des règles très strictes sur le plan de l'hygiène. L'amande parée, triée, lavée et pulvérisée est séchée jusqu'à ce que son humidité atteigne 2-3 %. Le séchage est réalisé à l'air chaud dans des fours continus de type tunnel, puis le produit est refroidi, classé par tamisage et emballé.

● **La valorisation des sous-produits**

Quelle que soit la technique utilisée, la transformation de la noix de coco génère des sous-produits : bourres, eau et coques.

Les bourres sont fréquemment utilisées comme combustible pour le séchage du coprah ou pour les besoins domestiques. Elles contiennent des fibres très résistantes qui sont exploitées dans certains pays pour fabriquer toute une gamme de produits : fils, ficelles et cordes ; nattes, tapis et paillasons ; matière de rembourrage, etc.

Les coques sont essentiellement utilisées comme combustible par les producteurs mais ont deux autres usages industriels : la production de charbon végétal, recherché pour la fabrication de charbon activé (porosité et donc surface spécifique exceptionnelle), et la fabrication de farine de coque, utilisée comme abrasif léger dans l'industrie (décapage, lustrage) ou comme charge dans l'industrie des plastiques.

● **L'utilisation de l'eau de coco**

Dans les pays producteurs, l'eau des noix immatures est largement consommée en l'état sous forme de boisson. En revanche, celle des noix récoltées à maturité, beaucoup moins riche en composés hydrocarbonés, n'est pratiquement pas utilisée. La transformation de la noix de coco fait apparaître de très grands volumes d'eau de coco, dont le rejet sans traitement préalable entraîne une forte pollution de l'écosystème. Des solutions de traitement biologique de ces effluents particuliers sont à l'étude.

● **Les autres productions**

D'autres parties de la plante sont exploitées : racines, tronc, tissu fibreux situé à l'aiselle des pétioles, palmes, bourgeon terminal, sève des inflorescences. Sont décrites ci-après quelques transformations qui, bien que n'intéressant que le seul niveau artisanal, dépassent le cadre de la production domestique :

- > *utilisation du tronc* : traditionnellement, le stipe des différentes espèces de palmier est utilisé sous forme de troncs non équarris ou, après avoir été refendu, en barres et traverses. Depuis quelques années des technologies qui permettent de travailler le bois très abrasif du cocotier ont été mises au point ;
- > *valorisation de la sève* : la sève irriguant les jeunes inflorescences peut être récoltée (*tapping*). Appelée *toddy* dans le sud-est asiatique, la sève de cocotier est riche en sucres et peut être utilisée de différentes façons : production de sirop, de divers types de sucre (brut, cristallisé et raffiné) selon les techniques classiques de la sucrerie en chaudière ouverte, et de produits fermentés.

● **La production actuelle et les perspectives**

● **Les pays et les zones de production**

90 % de la superficie mondiale plantée en cocotier est située en Asie et dans le Pacifique. Trois pays produisent 80 % de la production mondiale commercialisée : les Philippines (2 300 000 ha, 2,5 Mt de coprah), l'Indonésie (2 700 000 ha et 1,25 Mt de coprah) et l'Inde (1 250 000 ha et 0,7 Mt de coprah). L'Afrique, l'Amérique latine et les Caraïbes sont des zones de production moins importantes et beaucoup plus tournées vers la satisfaction des besoins intérieurs.

● L'organisation de la filière et ses perspectives d'évolution

Le cocotier est une plante à la fois vivrière et commerciale. De la fin du XIX^e siècle aux années soixante, le coprah a été l'un des deux premiers oléagineux échangés entre le Sud et le Nord et a fait l'objet d'une âpre compétition commerciale. La trituration du coprah, très longtemps réalisée au Nord, s'est délocalisée dans les grands pays producteurs depuis les années quarante et c'est désormais l'huile de coprah qui est exportée.

Les petits producteurs (moins de trois hectares) assurent près de 95 % de la production. Si, pendant des décennies, le coprah a bénéficié d'une forte prime par rapport aux autres oléagineux du fait de sa spécificité, il subit depuis quelques années une forte concurrence de la part des huiles de palme et de soja produites à bas prix. Cette compétition s'est traduite par l'écrasement de l'écart de prix consenti en faveur du coprah. Avec des cours du coprah moins attractifs, les cocoteraies vieillissantes ne sont pas remplacées, ce qui déprime les rendements et la productivité. L'aspect vivrier de la culture redevient prépondérant, le coprah n'étant produit que si les cours sont jugés intéressants. Les usages non oléagineux du cocotier (lait, crème, noix de bouche, noix à boire) comme la valorisation des coproduits et de la sève se développent régulièrement et devraient remplacer petit à petit la filière coprah.

● La recherche

● Les questions à la recherche

Après avoir surtout travaillé à l'amélioration du rendement agronomique de la plante, la recherche sur le cocotier a pris en compte l'évolution récente de la filière. Cette culture de petits paysans pauvres est confrontée à la chute des cours du coprah, au vieillissement des plantations et enfin à de graves maladies comme le jaunissement mortel.

Les thèmes de recherche portent donc sur l'amélioration des systèmes de cultures à base de cocotier, en vue de les adapter aux besoins des producteurs et aux contextes de production, sur la mise au point de la lutte intégrée contre les maladies létales et les ravageurs et enfin sur la diversification des usages.

Les institutions de recherche

La recherche sur le cocotier est conduite essentiellement par les systèmes nationaux de recherche agricole des pays producteurs². Les différents programmes nationaux sont organisés en réseaux : APCC pour les pays d'Asie-Pacifique, réseau IPGRI-COGENT pour la gestion partagée des ressources génétiques. Dans la dynamique du forum global sur la recherche agricole, l'ensemble de ces institutions de recherche vient de s'engager dans la construction d'un programme global de recherche sur le cocotier, dont la mise en place devrait permettre de rationaliser tant l'effort de recherche que l'utilisation des moyens.

2 À l'exception du CIRAD.

LE PALMIER À HUILE

Elaeis guineensis Jacq.

Anglais : oil palm

Espagnol : palma de aceite

Portugais : dendê

Monocotylédone

Famille des Palmaceae

● **Les utilisations du palmier à huile**

Le palmier à huile est cultivé pour les huiles comestibles qui sont extraites de la pulpe de son fruit (huile de palme) et de son amande (huile de palmiste). Un hectare de palmiers produit de deux à sept tonnes d'huile par an.

Les huiles sont utilisées :

- > à 80 % pour l'alimentation humaine : margarines, matière grasse végétale de base, huile alimentaire, huile de friture et graisses spécialisées ;
- > pour la fabrication de dérivés à usages industriels : acides gras, savons et cosmétiques, savons métalliques, esters méthyliques, encres, résines époxydes, aliments pour animaux, etc ;
- > comme énergie verte.

Les déchets d'huilerie sont valorisés comme fertilisants et pour la production d'électricité ou de méthane. Outre le fruit, d'autres parties sont fréquemment utilisées : la sève (vin de palme), le stipe (ébénisterie), les feuilles (toitures), etc.

● **La plante et son environnement**

● **La plante**

● **L'origine et les aires de culture**

Originaire de la zone intertropicale humide d'Afrique, le palmier à huile existe à l'état spontané ou sub-spontané depuis le Sénégal jusqu'en République démocratique du Congo ou en Angola et de façon sporadique en Afrique orientale. Il est cultivé dans toute la ceinture intertropicale humide du globe.

● **Les caractéristiques morphologiques**

Plante pérenne d'un grand encombrement, le palmier est caractérisé à l'âge adulte par :

- > une puissante couronne de trente à quarante palmes vertes, de cinq à neuf mètres de longueur ;
- > un stipe cylindrique unique ;
- > un unique bourgeon végétatif situé au centre de la couronne ;

- > un système racinaire de type fasciculé (plusieurs milliers de racines), prenant naissance sur le bulbe. Quatre ordres de racines sont présents. Seules les racines quaternaires sont totalement absorbantes. Elles se rencontrent principalement dans les cinquante premiers centimètres de sol ;
- > des cycles successifs d'inflorescences mâles et femelles (plante monoïque), situées à l'aisselle des feuilles.

La fécondation est entomophile. Les inflorescences femelles se développent en un régime compact. À maturité, celui-ci pèse 10 à 50 kg et porte 500 à 3 000 fruits. Le fruit est une drupe sessile pesant 10 à 30 g composée d'une amande (palmiste), d'une coque, d'un mésocarpe riche en huile et d'un épiderme.

● **Les modes de reproduction, la variabilité génétique**

Le palmier à huile est une plante allogame présentant trois types : dura (fruits à coque épaisse), pisifera (fruits sans coque, fleurs femelles avortées) et tenera (fruits à coque mince), hybrides mendéliens simples des deux précédents.

Les plantations modernes sont constituées d'hybrides tenera. Il n'est pas possible d'utiliser leurs graines pour créer de nouvelles plantations, sous peine d'obtenir un quart de palmiers stériles (pisifera), un quart de palmiers à faible taux d'extraction (dura) et la moitié de tenera à potentiel de production très affaibli par la consanguinité.

L'amélioration génétique du palmier à huile ainsi que la production du matériel végétal sont le fait d'organismes spécialisés, présents dans toutes les régions où la culture est pratiquée, en raison de la spécificité des programmes, techniques et ressources génétiques utilisées et des contraintes qu'elle impose (durée du cycle de sélection : quinze à vingt ans, un demi-hectare par génotype évalué). Les ressources génétiques sont divisées en deux groupes :

- > *groupe A à petit nombre de gros régimes* : origines Deli (Malaisie, Indonésie, Dabou et Nigéria) et Angola.
- > *groupe B à petits régimes en grand nombre* : origines Côte d'Ivoire, Cameroun, Nigéria et l'ensemble congolais : Yangambi, Sibiti, Rispa, etc.

D'importantes collections existent en Malaisie (Porim) et en Côte d'Ivoire (CNRA La Mé).

Le matériel végétal sélectionné est composé de croisements complexes (reproduction d'hybrides) entre des géniteurs prouvés issus des deux groupes, diffusés sous forme de graines préchauffées ou germées, de plantules de pré-pépinière et de plants.

● **L'écologie du palmier à huile**

Dans de bonnes conditions le palmier à huile produit toute l'année. Toute limitation des conditions environnementales se traduit par une réduction de la productivité : allongement des cycles mâles, diminution des cycles femelles et du poids moyen des régimes, puis avortements d'inflorescences, surtout femelles. Dans les cas extrêmes, on peut observer la mort de l'arbre.

Le potentiel maximal du palmier à huile ne peut être atteint que s'il dispose :

- > d'une pluviométrie de 1 800 mm d'eau par an, bien répartie sur toute l'année ;
- > d'un minimum de 1 800 heures d'ensoleillement par an et d'un rayonnement global supérieur à 12 MJ/m² ;
- > de minima mensuels de température supérieurs à 18°C et de maxima compris entre 28 et 34°C.

Le palmier à huile est assez peu exigeant concernant les sols. Néanmoins, il lui faut un sol meuble et profond et exclure les sols gravillonnaires ou trop argileux et les sables purs. Il affectionne les pH proches de la neutralité mais supporte bien les pH acides jusqu'à 4-4,5.

La plupart des substrats géologiques peuvent être exploités : sédiments du tertiaire, socle ancien, terrasses alluviales anciennes, dépôts alluviaux récents, formations organiques, sédiments volcaniques. Les pentes et les bas-fonds inondables doivent être spécialement aménagés avant leur exploitation.

Le palmier est très sensible à la composition chimique du sol. Il exprime son déficit nutritionnel par des réductions de productivité et des symptômes foliaires de carence. Les besoins sont variables d'une région à l'autre et dépendent de nombreux facteurs. Le pilotage de la nutrition minérale se fait à partir d'expérimentations agronomiques spécifiques et d'analyses de la composition des feuilles en éléments minéraux. Il prend aussi en compte la rentabilité économique de la fertilisation. Dans le cas des plantations familiales, ce pilotage devrait être effectué avec l'appui de groupements de planteurs ou de sociétés ou organismes de conseil spécialisé.

Tableau 12. Niveaux foliaires de référence

Éléments	Feuille 17	Remarques
Majeurs (% matière sèche)		
Azote	2,40 - 3,00	Diminue avec l'âge du palmier
Phosphore	0,15 - 0,17	Liaison N / P
Potassium	0,70 - 1,00	Fonction du déficit hydrique
Magnésium	0,18 - 0,22	
Calcium	0,25 - 0,70	
Chlore	0,40 - 0,70	
Soufre	0,16 - 0,23	
Mineurs (ppm)		
Bore	5 - 15	

● **La culture**

● **Les grands systèmes de culture**

L'exploitation de la palmeraie naturelle est régulière dans certains pays (Nigeria, république démocratique du Congo) et sporadique dans d'autres (Guinée).

Les superficies mondiales en production de palmier à huile (environ 5,8 millions d'hectares) se répartissent entre :

- > des plantations industrielles (2500 à 10 000 ha par unité) qui assurent plus de 80 % de la production ;
- > des exploitations familiales de très petite taille (2 à 4 ha par exploitant), localisées autour d'une unité industrielle qui organise la collecte et le traitement de leurs régimes.

La Malaisie a développé un système d'exploitation où les planteurs, soumis à un organe fédérateur, ont acquis la maîtrise de leur filière. En Côte d'Ivoire et en Colombie se développent des plantations de taille intermédiaire (50 à 500 ha), appartenant à de gros planteurs privés qui cherchent à acquérir, à travers leurs associations, un traitement indépendant de leurs régimes.

L'association avec des cultures vivrières est parfois pratiquée au jeune âge. Les cultures les plus couramment associées sont le maïs, le manioc, le bananier plantain, l'igname et le riz pluvial. Elle ne concerne que des périodes courtes (inférieures à trois ans) et des superficies restreintes, uniquement en secteur villageois (inférieures à un hectare par exploitant). Leur conduite doit respecter les impératifs cultureux du palmier à huile sous peine d'altérer le potentiel économique de la palmeraie.

La durée de vie d'une palmeraie varie de seize à trente ans selon l'origine du matériel végétal, les conditions environnementales et la capacité de l'exploitant à récolter les grands arbres.

● **L'itinéraire technique et l'élaboration du rendement**

Toutes les plantations, qu'elles soient familiales ou agro-industrielles, doivent se fournir en matériel végétal sélectionné auprès d'institutions ou de sociétés privées agréées. Ces dernières réalisent la germination des graines. Elles livrent à leurs clients le matériel sous la forme la mieux adaptée. Il doit pouvoir répondre à des contraintes spécifiques comme la tolérance à certaines maladies (fusariose).

La mise en place de la culture passe par deux étapes :

- > *la préparation du matériel végétal*, identique dans ses principes entre les plantations familiales et les plantations industrielles ;
- > *la création de la palmeraie* : préparation du terrain et mise en place des plants. Les planteurs familiaux doivent être conseillés pour cette étape par leur groupement ou un organisme spécialisé : localisation, superficie, densité, associations ou non, etc.

● **La préparation du matériel végétal**

Elle comporte trois phases : germination (quatre mois), pré-pépinière (quatre mois) et pépinière (huit à douze mois). La commande du matériel végétal doit être effectuée dix-huit à vingt-deux mois avant la date prévue de plantation. Pour un hectare de cent quarante-trois palmiers il faut commander deux cent graines germées ou cent soixante-dix plantules de pré-pépinière.

La pré-pépinière est réalisée avec des sachets perforés de polyéthylène transparent ou noir d'un litre de contenance, remplis avec de la terre humifère enrichie ou non de

compost. Elle est installée sous ombrière près d'un point d'eau, dans un lieu facile à surveiller. Les opérations suivantes doivent être réalisées :

- > désinfection quinze jours avant le repiquage ;
- > repiquage des graines germées différenciées par du personnel qualifié ;
- > entretien manuel des sachets et des alentours des planches ;
- > désombrage progressif sur trois semaines avant le transfert en pépinière (après quatre mois), pour éviter des brûlures de soleil ;
- > démariage au moment du repiquage en pépinière.

Les besoins en eau sont de 4 mm tous les deux jours.

La pépinière est installée près du lieu de plantation et d'un point d'eau. On emploie des sacs perforés de polyéthylène noir d'une contenance de quinze litres remplis avec un terreau de surface de qualité, tamisé et éventuellement désinfecté. Les plants sont repiqués à 70 cm de distance en triangle, le collet au niveau du sol.

Les besoins en eau sont de 4 à 5 mm par jour jusqu'à quatre mois puis 7 à 10 mm par jour. L'entretien est manuel. Une fumure à base d'urée (5 g/plant/mois) et d'engrais composé quaternaire (5 à 30 g/plant/mois) est apportée, à des doses mensuelles variant en fonction de l'âge des plants et des conditions locales (qualité du terreau, ensoleillement, etc.). En Afrique, un traitement préventif est réalisé contre le blast et la pourriture sèche pendant la période de sensibilité à la maladie (application de 0,2 g d'aldicarbe/plant). Une protection contre les maladies cryptogamiques foliaires doit être réalisée dans tous les cas. Une sélection rigoureuse des plants est réalisée en une seule fois vers le sixième mois.

Dans certaines conditions, on peut supprimer la pré-pépinière et pratiquer une pépinière directe : on repique des graines germées directement dans les grands sacs, au sein d'un dispositif resserré sous ombrière pendant trois mois puis en mettant en place les écartements définitifs à quatre mois.

● **La création de la palmeraie**

Pour les grandes plantations, elle doit être précédée d'une étude de faisabilité. La mise en place de la palmeraie est réalisée en trois étapes : la création des infrastructures, la préparation du terrain et la mise en place des plants.

Dans les plantations industrielles, elle fait l'objet d'une étude technique fine : localisation des passages d'eau, orientation du réseau de pistes et des lignes de plantation, système de drainage, etc. Les plantations villageoises doivent disposer d'un accès carrossable proche.

Le piquetage est réalisé sur une base de plantation à 9 mètres en triangle.

Les travaux de préparation du terrain doivent préserver la structure du sol, voire l'améliorer. En extension sur forêt, l'abattage est réalisé à la scie mécanique et les engins lourds doivent être réservés aux travaux d'andainage. L'andainage est réalisé un interligne sur deux. En extension sur forêt dégradée, il faut éliminer les adventices indésirables par traitement chimique (glyphosate). En replantation, l'abattage des vieilles palmeraies est manuel ou effectué avec un tracteur léger à chenilles. Il faut essoucher si la génération précédente était atteinte de *Ganoderma*. On replante dans l'interligne et on utilise du matériel tolérant en cas de précédent fusarié.

Des travaux d'aménagement du paysage (terrasses individuelles ou continues en courbes de niveau, diguettes) doivent éventuellement être entrepris. Un brûlage léger est parfois nécessaire. Le semis d'une plante de couverture fixatrice d'azote est indispensable pour contrôler l'érosion et les adventices indésirables, augmenter la matière organique disponible et équilibrer la microflore du sol. Dans le cas des petits planteurs, la préparation est généralement manuelle et le brûlage est une pratique fréquente.

La mise en place des plants a lieu de préférence au début de la saison la plus favorable et comprend quatre opérations : la trouaison, le portage des sacs, la plantation et la protection contre les ravageurs. La trouaison est manuelle ou mécanisée. Le trou doit être légèrement plus grand que le sac de pépinière sauf sur les sols très argileux. On apporte éventuellement une fumure de fond phosphatée dans le trou de plantation. Le collet doit être au niveau du sol après tassement de la terre autour de la motte de pépinière.

Il faut prévoir une protection contre les rats (grillage ou appâts empoisonnés). La préparation manuelle et les cultures intercalaires favorisent la présence des rongeurs. En replantation, les jeunes plants doivent être protégés contre les *Oryctes* (granulés d'insecticide dans la flèche, piégeage des adultes). On remplace les arbres manquants jusqu'à l'entrée en récolte.

● L'entretien

Pendant la période immature, il faut procéder au nettoyage manuel des ronds³ et à l'entretien sélectif de la plante de couverture pour éliminer les adventices gênantes.

Avant la mise en récolte, on effectue une récolte sanitaire (nettoyage des couronnes), un premier élagage (feuilles sèches) et une pollinisation assistée si le nombre d'inflorescences mâles est inférieur à quatre par hectare.

Pendant la période productive, on nettoie trois ou quatre fois par an les ronds sur un rayon minimum de 1,5 m avec un mélange d'herbicides de contact et de pré-lévee ou par entretien manuel. On réalise également un entretien manuel des interlignes (une à trois fois par an). On évite l'entretien mécanique répété de l'interligne libre (compaction du sol). Si des adventices gênantes pour le palmier (*Chromolaena odorata*, *Imperata*, *Mikania*, etc) apparaissent, on réalise un entretien sélectif. Tous les neuf à douze mois on procède à un élagage pour faciliter l'accès aux régimes mûrs.

● La fumure

Tableau 13. Exemples de fumure au jeune âge (g/arbre) en plantations agro-industrielles

Année	Composé 15-15-6-4		Urée		Phosphate		Chlorure de potasse		Kiésérite	
	A	B	A	B	A(1)	B(2)	A	B	A	B(3)
N0		600	200		250	500	200		100	0
N1		1500	400	400	200		400	400	150	200
N2			800	1650	250	750	600	2400	250	1000

A : Afrique de l'Ouest, B : Nord Sumatra.

(1) : Super phosphate simple, (2) : Phosphate naturel, (3) : Dolomie.

3 1,5 à 2 m de rayon autour du pied les deux premières années, puis 1 m au delà de l'aplomb des feuilles, de quatre à six fois par an.

Ces doses sont fractionnées en deux à trois apports par an, excepté pour les engrais phosphatés et magnésiens. Dans les zones dont l'écologie est très favorable, des carences en bore sont fréquentes et doivent être corrigées : 30 à 100 g de Borax par an selon l'âge.

En Afrique de l'Ouest et du Centre, on apporte aux arbres adultes 1 à 3 kg d'engrais par arbre et par an, essentiellement du potassium (principal facteur limitant), parfois du magnésium et du phosphore. En Asie du Sud-Est (Malaisie, Indonésie etc.), on apporte en plantation industrielle 6 à 9 kg d'engrais par arbre et par an surtout de l'azote, du potassium, du phosphore et localement du magnésium.

L'insuffisance d'encadrement couplé à une absence quasi générale de crédits de campagne entraîne des fertilisations faibles en plantations familiales, responsables de productions réduites.

● La défense des cultures

Le palmier à huile compte de très nombreux ravageurs parmi lesquels les lépidoptères défoliateurs sont les plus nombreux. Les deux cent quarante espèces répertoriées sur le palmier à huile et le cocotier appartiennent à près de trente familles différentes. C'est dans la famille des *Limacodidae* que l'on compte le plus grand nombre d'espèces, dont les chenilles très colorées qui sont recouvertes de soie dure et très urticante.

Parmi les défoliateurs, on observe également une grande variété d'espèces de coléoptères. Certains creusent des galeries dans l'épaisseur des feuilles, comme *Coelaenomenodera lameensis*, de la famille des *Chrysomelidae*, principal ravageur en Afrique de l'Ouest. D'autres s'attaquent aux jeunes feuilles non encore ouvertes, comme *Alurnus*, autre *Chrysomelidae* en Amérique latine. D'autres encore creusent des galeries dans la plante elle-même, comme les adultes des *Scarabeidae* du genre *Oryctes* spp. en Afrique et en Asie et les larves de plusieurs espèces de *Rhynchophorus* (*Curculionidae*), ou dans les régimes comme le lépidoptère *Castnia* en Amérique du Sud ou encore dans les racines (le lépidoptère *Sagalassa* en Amérique du Sud).

Enfin, de très nombreux insectes et acariens piquent les feuilles. Les dégâts directs de ces piqueurs sont le plus souvent peu importants. Mais ils sont fréquemment des vecteurs de maladies comme les punaises du genre *Lincus* qui transmettent la *marchitez* en Amérique latine ou la jasside *Recilia mica*, vecteur de la maladie du *blast*.

La quasi totalité des ravageurs ont leurs ennemis naturels, qui sont soit d'autres insectes, parasitoïdes d'oeufs et de larves principalement et prédateurs, soit des maladies à virus et à champignons. Sans la présence de ces facteurs antagonistes, on observerait des pullulations quasi permanentes de la plupart des ravageurs. Il convient donc de les respecter le plus possible au moment des traitements.

Pour la mise en place de ces derniers, on utilise si possible, des insecticides n'ayant pas d'action directe sur les parasitoïdes. C'est par exemple le cas de produits commerciaux contenant *Bacillus thuringiensis* qui émet une toxine ou de suspensions de virus spécifiques de chacune des espèces. Ces types d'insecticides sont à privilégier par rapport aux insecticides chimiques de synthèse comme les pyréthrine qui présentent cependant l'avantage d'entraîner une mortalité très élevée et rapide de nombreux ravageurs.

Le recouvrement rapide, après abattage, des stipes de vieux palmiers avec une plante de couverture permet de réduire les infestations d'*Oryctes* dont les gîtes larvaires potentiels sont les stipes en décomposition. Enfin, les pièges lumineux ou olfactifs (avec des phéromones) font également partie des méthodes de lutte biologique.

Il convient de visiter régulièrement les plantations et de vérifier que les populations de ravageurs restent faibles. Dans le cas contraire, on entreprend un dénombrement des insectes afin d'intervenir sur la plus petite surface nécessaire si le niveau critique est atteint.

L'application des pesticides chimiques ou biologiques peut se faire selon différentes techniques : pulvérisateurs et atomiseurs classiques, thermonébulisateurs (*ultra low volume*) ou encore par voie systémique (par injection de l'insecticide dans le stipe ou par absorption racinaire).

Le suivi des populations des ravageurs ainsi que les traitements sont évidemment plus aléatoires en plantations familiales par manque de compétence, d'équipements et de produits insecticides.

La pression parasitaire qui s'exerce sur le palmier à huile est variable suivant les continents. En Afrique de l'Ouest et en Afrique centrale, c'est la fusariose vasculaire qui constitue la menace la plus importante. Il s'agit d'une maladie provoquée par un champignon du sol, *Fusarium oxysporum* f.sp. *elaeidis*, qui pénètre par les racines et migre dans la plante par le xylème. Ce champignon provoque un dépérissement plus ou moins rapide de l'arbre, aboutissant à sa mort. Il existe toutefois des phénomènes de rémission et des cas de fusariose chronique, se manifestant par une survie plus ou moins longue du palmier, lequel ne produit plus de régimes.

La fusariose est une maladie de l'âge adulte, au cours d'un premier cycle de culture, mais une maladie du jeune âge en replantation. Les dégâts peuvent toucher la moitié des effectifs, en fonction de l'origine du matériel végétal planté. La sélection de variétés résistantes constitue la seule parade efficace à la maladie, même si certaines techniques culturales peuvent en atténuer l'incidence.

En Asie du Sud-Est, la pourriture basale du stipe prend une importance de plus en plus grande au cours des replantations successives. Elle est provoquée par *Ganoderma* spp., pourridié d'origine tellurique, dont les ravages peuvent se manifester sur plus de la moitié des effectifs plantés. La maladie est caractérisée par l'apparition de carpophores à la base du stipe, un faisceau de flèches fermées et le port en jupe des feuilles. La mort est inéluctable.

On ne connaît pas encore de matériel tolérant à cette maladie, que certaines pratiques culturales peuvent limiter (travail du sol avant replantation notamment). Essentiellement présente en Indonésie et en Malaisie, la pourriture basale du stipe provoque également des dégâts dans certaines zones d'Afrique centrale (Cameroun, République démocratique du Congo).

La pourriture du cœur du palmier à huile provoque d'énormes pertes en Amérique latine : des plantations entières ont disparu en Colombie, au Brésil, au Surinam et d'autres sont en train de disparaître en Equateur. On ignore s'il convient de ranger ces dépérissements parmi les maladies, dans la mesure où l'agent étiologique demeure inconnu.

On ne dispose d'aucune méthode de lutte, mais à long terme la sélection de matériel végétal résistant constitue la voie la plus prometteuse pour contenir les dégâts de la

pourriture du cœur. En effet, le palmier américain, *Elaeis oleifera* est connu pour le niveau de résistance élevé qu'il transmet à l'hybride interspécifique *E.oleifera* x *E.guineensis*. Compte tenu du faible potentiel de production de l'*oleifera*, c'est dans l'introgression de ses caractères de résistance dans *Elaeis guinensis* que semble se trouver la solution au grave problème posé par la pourriture du cœur.

D'autres maladies peuvent affecter le palmier à huile à différents stades, mais elles sont de moindre importance, dans la mesure où l'on dispose de méthodes de lutte directes ou indirectes (lutte contre le vecteur). Au jeune âge, essentiellement au stade de la pépinière, la cercosporiose, le *blast* ou la pourriture sèche du cœur sont, en Afrique, les maladies les plus importantes. On lutte directement contre la première par des traitements fongicides, contre les deux autres par des traitements insecticides contre le vecteur : *Recilia mica* dans le cas du *blast*, *Sogatella cubana* et *Sogatella kolophon* dans le cas de la pourriture sèche du cœur. Citons enfin les maladies de l'âge adulte répertoriées en Amérique Latine : l'anneau rouge, provoqué par un nématode et la *marchitez*, provoquée par un *Phytomonas*, dont on peut réduire l'incidence par des techniques culturales appropriées et la lutte contre leurs vecteurs.

● Les temps de travaux

Tableau 14. Temps de travaux pour la préparation du terrain et des pistes (par hectare planté)

Opérations	Nombre de journées	Nombre d'heures de tracteur	Observations
Extensions			
Abattage manuel ou mécanique	30 - 40		Tronçonneuse
Dégagement lignes	6 - 10		Tronçonneuse
Andainage manuel	45		Tronçonneuse
ou andainage mécanique	2	3 - 4	Tracteur à chenilles
Ouverture et profilage des pistes	0,4	2	
Brûlage	1		
Replantations			
Abattage manuel	40 - 50		Ciseau
ou abattage et andainage mécanique	0,75	1	Tracteur à chenilles moyen
Lutte contre adventices	5		

Tableau 15. Temps de travaux pour la plantation (par hectare planté)

Opérations	Nombre de journées	Nombre d'heures de tracteur	Observations
Piquetage	11		
Semis plante de couverture	2-3		5 à 12 kg/ha
Transport plants	1-3	0,5-1,5	Tracteurs à roues
Trouaison, mise en terre	4-10		Houes
Protection contre les rongeurs			
Pose grillage cylindrique	1		
ou pose grillage spirale	2-3		
Pose appâts	0,1		Par passage

● La récolte et les opérations post-récolte

● La récolte

La récolte du palmier à huile commence vers deux ans et demi ou trois ans.

Tableau 16. Outils utilisés pour la récolte du palmier à huile

Age de l'arbre	Outil utilisé
< 5 ans	Ciseau étroit
5 à 7 ans	Machette ou ciseau large
> 7 ans	Faucille emmanchée

Pour les arbres de plus de 6 m de hauteur, on utilise des systèmes d'allonges ou de perches coulissantes.

Les régimes verts (sans fruits détachés) et trop mûrs (plus de 15 % du poids du régime en fruits détachés) sont préjudiciables à la qualité de la récolte ou entraînent des pertes d'huile. Le seuil de maturité se situe entre un et trois fruits détachés dans le rond avant la coupe.

Le transport des régimes au bord du champ est effectué par portage manuel, en brouette ou en petite remorque à traction animale. Les régimes sont ensuite acheminés par camion, tracteur ou parfois par chemin de fer à voie étroite sur le carreau de l'usine.

Les planteurs familiaux vendent leurs régimes bord-champ ou bien les transportent ou se les font transporter jusqu'au carreau de l'huilerie, à moins qu'ils ne fabriquent et ne valorisent eux-mêmes leur huile (extraction artisanale en Afrique).

● L'extraction de l'huile

L'extraction de l'huile des régimes de palme est réalisée dans des unités spécialisées. Ces unités se répartissent en fonction de leur capacité et de la technologie mise en œuvre.

Les unités spécialisées d'extraction d'huile de palme

- Inférieure à 500 kg/heure, pas de presse : unité d'extraction traditionnelle (Afrique).
- Inférieure à 500 kg/heure, extraction à chaud : unité artisanale.
- 0,5 à 3 t de fruits/heure : mini-huilerie, huilerie en container, procédé Drupalm (180 à 1 000 ha de plantation) ;
- 3 à 10 t de régimes/heure : huilerie semi-industrielle, procédé Drupalm (500 à 1 500 ha de plantation).
- 20 à 60 t régimes/heure : huilerie industrielle (3 000 à 11 000 hectares de plantation).

Les produits extraits des régimes sont l'huile de palme (22-25 % du poids de régimes frais) et les palmistes (3-6 % du poids de régimes frais). Les critères de qualité export de l'huile de palme sont les suivants : impuretés < 0,01 %, eau < 0,1%, acidité palmique < 5 %.

● La production actuelle et les perspectives

● Les évolutions récentes de la production

Tableau 17. La production d'huile de palme dans le monde (source : *Oil World Annual 1998* et *FAO 2002*)

	Production (milliers de tonnes)			
	1990	1994	1998	2000
Cameroun	108	125	137	125
Colombie	226	350	425	524
Côte d'Ivoire	238	290	270	254
Equateur	135	178	213	245
Indonésie	2 413	3 860	5 400	6 950
Malaisie	6 084	7 222	8 660	10 840
Nigeria	580	640	612	670
Papouasie Nouvelle Guinée	132	225	280	299
Thaïlande	226	316	370	560
Autres	497	931	1093	1 431
Total	10 639	14 137	17 460	21 898

Tableau 18. Les trois premiers pays exportateurs et importateurs (en milliers de tonnes). Source FAO

Pays exportateurs		Pays importateurs	
Pays	Quantité	Pays	Quantité
1 Malaisie	8 585	1 Union européenne	747
2 Indonésie	4 110	2 République populaire de Chine	482
3 Papouasie Nouvelle Guinée	254	3 Inde	907

● L'organisation et les perspectives de la filière

La superficie de la palmeraie mondiale améliorée est de six millions d'hectares (dont 80 % en Asie du Sud-Est).

La filière industrielle (80 % de la palmeraie mondiale) est organisée de manière variée suivant les pays :

- > *Amérique latine et centrale, Asie du Sud-Est, sauf Indonésie et partiellement Malaisie* : plantations industrielles appartenant à de grands groupes privés, qui maîtrisent l'extraction de l'huile de palme et souvent le raffinage de l'huile et la fabrication de dérivés ;
- > *Malaisie* : une partie du secteur villageois est organisée au sein du Felda sous la forme de grands blocs ressemblant à des plantations industrielles ;
- > *Indonésie, depuis le début des années 70* : plantations industrielles privées à capitaux nationaux ou étrangers, plantations d'Etat et plantations villageoises en blocs (situation similaire à la Malaisie) ;
- > *en Afrique, jusqu'au milieu des années 90* : essentiellement des sociétés d'Etat. Ces sociétés sont presque toutes privatisées ou en cours de privatisation.

La filière villageoise (20 % des superficies), caractérisée par une faible surface par exploitant (entre deux et cinq ha) est présente en Afrique de l'Ouest et du Centre et surtout en Indonésie (80 % du secteur, 970 000 ha plantés).

● Les questions à la recherche

La filière, tournée vers l'exportation, est demandeuse :

- > de matériel végétal à haut potentiel de production,
- > d'itinéraires techniques adaptés,
- > de sources d'amélioration de la productivité du travail et de l'efficacité de l'outil industriel d'extraction,
- > de pistes d'accroissement de la valeur ajoutée des produits et des sous-produits et de réduction des atteintes à l'environnement.

Pour les chercheurs, les thèmes suivants sont prioritaires :

- > mieux comprendre le fonctionnement de la plante dans son environnement et construire des modèles prévisionnistes ;
- > fournir un matériel végétal hybride à haut potentiel de production ;
- > réaliser la multiplication végétative par la voie de la culture *in vitro* ;
- > favoriser des rendements optimaux et profiter d'une bonne répartition de la production tout au long de l'année dans les meilleures conditions ;
- > en zones limitantes, mieux étaler la production ;
- > améliorer la durabilité de la culture en replantation : évolution et fertilité des sols, parades aux pressions des maladies, des ravageurs et des mauvaises herbes ;
- > former les petits planteurs à la gestion globale de leur exploitation pour accroître leur productivité : choix du matériel végétal, fertilisation, régularité de l'exploitation, commercialisation de la production ;
- > améliorer la rentabilité des huileries ;
- > diversifier les produits commercialisés ;
- > apprécier et prévoir les évolutions de la filière.

LE SÉSAME

Sesamum indicum L. (syn. *Sesamum orientale* L.)

Anglais : sesame, benniseed

Espagnol : sesamo, ajonjoli

Famille des Pedaliaceae

● La plante et son environnement

Le sésame cultivé serait originaire d’Ethiopie et se serait diffusé très tôt en Chine et en Inde, pays qui constituent des centres secondaires de diffusion.

● L’appareil végétatif

C’est une plante annuelle érigée de 0,5 à 2 m de hauteur, à cycle variant de quatre-vingts à cent quatre-vingts jours. Elle a une racine pivotante d’environ 90 cm de long, avec un réseau dense de racines secondaires. Sa tige est dressée à section quadrangulaire, cannelée, plus ou moins velue, simple ou ramifiée selon les variétés. Ses feuilles sont lobées, découpées ou entières et variables de forme et de dimension selon la variété et l’âge.

● L’appareil reproducteur

Une, deux ou trois fleurs apparaissent dans l’aisselle des feuilles. Le sésame est normalement une plante autogame, mais la fécondation peut se réaliser grâce à des agents extérieurs comme les insectes. Le taux d’allogamie est d’environ 5 % mais il varie dans une fourchette importante suivant la variété (des taux de 65 % sont cités).

Après avoir été fécondées, les fleurs se transforment en capsules oblongues et profondément cannelées, généralement déhiscentes. Les graines sont petites, lisses ou réticulées, blanches, jaunes, brunes ou noires. Le poids de mille graines varie de 2 à 4 g. La graine contient environ la moitié d’huile et le quart de protéines, le taux d’huile variant suivant les variétés et les conditions de culture.

● La culture

Le sésame est cultivé sous les tropiques et dans les zones tempérées chaudes. Il est bien connu en Afrique (Ethiopie, Soudan, République centrafricaine, Burkina Faso, Nigeria), où les conditions de production sont généralement médiocres. La culture y est souvent mise en place après les plantes principales (culture dérobée) et reléguée sur les sols les plus pauvres. Ces conditions expliquent les très faibles rendements obtenus (350 kg/ha, moyenne africaine). Le sésame n’en joue pas moins un rôle important dans les systèmes de production traditionnels. 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 appréciable. Le sésame pousse bien dans les sols riches, légers et profonds sans être trop sableux.

Le lit de semence doit être soigneusement préparé. Les semences sont traitées contre les insectes et moisissures (on utilise les produits vulgarisés pour l’arachide et les céréales). Le semis s’effectue à plat, entre 80 000 et 400 000 pieds/ha, en lignes

continues ou à la volée, à 1 ou 2 cm de profondeur. On tasse le sol après semis. La fertilisation est rare en milieu paysan mais 60 kg/ha d'engrais coton donnent de bons résultats. Les dégâts d'insectes peuvent être importants : citons *Antigastra catalaunis* (chenille), *Asphondylla sesami* (mouche). Un traitement préventif dès l'apparition des fleurs est recommandé.

La maturité se manifeste par la défoliation et le jaunissement des capsules. La récolte se fait avant déhiscence. Les pieds réunis en bottes sont placés verticalement, séchés deux semaines puis battus sur place en renversant les bottes. On compte cent trente-cinq jours de travail en culture manuelle bien conduite, en lignes, avec sarclages. Des méthodes de culture mécanisée intensive, atteignant 1,5 t/ha et plus, sont mises en œuvre aux Etats-Unis et au Vénézuëla.

● **La production actuelle**

La production mondiale atteignait 3 200 000 t en 2001 : 2 270 000 t produites en Asie (Inde 730 000 t, Chine 790 000 t) et 740 000 t en Afrique (Soudan 300 000 t, Ouganda 97 000 t, Nigeria 69 000 t) selon les données de la FAO. Le commerce mondial porte sur moins du quart de la récolte, représentant environ 1% du marché des oléagineux. Les importations sont dominées par un petit nombre de pays, dont le Japon et les Etats-Unis.

LE SOJA

Glycine max (L.) Merr. (syn. *Glycine hispida* (Moench) Maxim.),.

Anglais : soyabean

Espagnol : soya

Famille des *Fabaceae* (syn. *Papilionacées*), groupe des légumineuses.

● **Les utilisations du soja**

Le soja est une plante stratégique pour l'alimentation humaine directe (notamment dans les pays en développement producteurs) et pour l'agro-industrie : près de 20 % de la production mondiale d'huile et de matières grasses alimentaires en sont issus, plus que d'aucune autre source animale ou végétale. Après extraction artisanale ou industrielle de l'huile (20 à 25 %), le tourteau résiduel contient de 45 à 50 % de protéines de haute qualité, dont la composition en acides aminés est proche de l'optimum défini par les nutritionnistes. Ces protéines interviennent dans une très large gamme de préparations culinaires traditionnelles, surtout en Extrême-orient (Tofu en Chine, Tahu et Tempé en Indonésie, etc), où ils constituent un indispensable substitut à la viande pour les populations à faibles revenus.

Le soja doit être consommé cuit pour en éliminer les facteurs anti-nutritionnels. Cette contrainte peut expliquer les difficultés d'introduction du soja dans les zones où il ne fait pas partie des habitudes alimentaires (en Afrique notamment). Un effort de communication s'impose, autant d'ailleurs dans les pays en développement que dans les pays industrialisés, pour faire connaître et apprécier le soja entier, les farines, les gruaux, les concentrés de protéines, les laits, yaourts et substituts divers produits à partir du soja.

La part du soja dans l'alimentation du bétail, en complémentarité du maïs et d'autres tourteaux, continue de croître dans les pays développés au point d'y devenir incontournable. On parle même d'*arme alimentaire* à propos des pays qui détiennent les clés de ce marché, au détriment notamment de l'Europe qui ne produit qu'une très petite partie de ses besoins. La querelle sur les organismes génétiquement modifiés (OGM) touche le soja et incite les pays exportateurs (le Brésil surtout) à modifier en conséquence leur filière de production pour proposer du soja sans OGM. On voit apparaître des labels *soja bio* ou *soja de pays* dans les pays européens qui tentent de s'affranchir des importations en développant leur production nationale.

L'Afrique intervient très peu sur le marché du soja, malgré quelques réussites tant au niveau de la production commerciale (Zimbabwe) que de la consommation d'une production locale. Des programmes d'introduction du soja ont ainsi été mis en place par des Etats (Nigeria), des centres internationaux (l'ITA) ou des organisations non gouvernementales.

Le soja intervient sous des formes multiples dans l'industrie alimentaire : margarine, biscuit, boulangerie, aliments de régime et divers. Il est également utilisé comme fourrage. Les utilisations non-alimentaires de l'huile sont nombreuses : vernis, peintures, lubrifiants, glycérines, laques, huiles siccatives, textiles artificiels, celluloïd, etc.

● **La plante et son environnement**

● **L'origine et l'extension**

Le soja serait originaire du centre ou du nord de la Chine. Les premières références écrites sur la plante seraient antérieures au deuxième millénaire avant notre ère, mais la culture n'aurait pris de l'extension qu'aux alentours du XI^e siècle avant JC, avant d'être introduite au Japon et en Corée. Elle reste confinée à l'Asie jusqu'au début du XX^e siècle, malgré quelques introductions dans des collections botaniques et quelques utilisations pharmacologiques à portée restreinte en Europe.

C'est aux Etats-Unis que la culture prend pour la première fois une ampleur commerciale hors d'Asie. Elle y est pratiquée dans un premier temps pour la production de fourrage. La production de graines prend ensuite tardivement le dessus : 40 % en 1939, 85 % en 1947. La culture du soja occupe aujourd'hui, aux Etats-Unis, la seconde place (en valeur) derrière le maïs. Le pays assure près de la moitié de la production et des exportations mondiales.

● **La morphologie**

Le soja est une plante herbacée, érigée, annuelle, de 0,3 à 1 m de hauteur. Chez les types déterminés, la tige cesse de grandir à la floraison alors qu'elle continue de s'allonger chez les indéterminés.

La tige émet des rameaux latéraux à partir des bourgeons axillaires de la base, tandis que les bourgeons de la partie moyenne et supérieure donnent des fleurs. Les feuilles sont trifoliées, comparables à celles du haricot, et les fleurs papilionacées typiques sont émises en grappes.

L'auto-pollinisation est de règle (taux de fécondation croisée : 0,5 à 1 %). Le rôle pollinisateur des insectes (abeilles surtout) est important. Le taux d'avortement est élevé :

une fleur sur quatre donne un fruit. Celui-ci est une gousse verte, puis brune à maturité (après défoliation), pileuse, contenant de deux à trois graines de couleur variable (de jaune clair à noir, dominante crème).

La racine pivotante peut s'enfoncer de 1,5 m, mais le système racinaire descend rarement au-dessous de la couche labourée⁴. Les racines hébergent des bactéries symbiotiques fixant l'azote atmosphérique lorsque les conditions sont favorables (la fixation est inhibée par l'acidité du sol).

● L'écologie du soja

Le développement de la plante est commandé par son caractère photopériodique de plante de jours longs : les variétés sont réparties en dix classes de maturité, classées de 00 à VIII, dont la zone de culture correspond pour chacune à une bande de 200 à 300 km de large en latitude. Les variétés de ces groupes ont des exigences bien définies en durée de jour et en température : en Amérique du Nord le groupe 00 (le plus hâtif) correspond au sud du Canada et le groupe VIII à la Floride.

La floraison est déclenchée par certaines valeurs de la durée du jour et de la somme des températures, quelle que soit la date de semis. Il convient donc de bien s'informer des conditions locales et du matériel végétal disponible avant d'entreprendre une culture de soja. La méconnaissance de ces mécanismes complexes est cause de nombreux échecs en culture de soja.

Les autres facteurs du milieu, en comparaison, sont peu contraignants : la gamme des variétés disponibles couvre pratiquement toutes les régions agricoles du globe. Une pluviométrie bien répartie de 500 à 800 mm est considérée comme optimale, mais la plante est sensible à l'engorgement du sol et une humidité excessive en période de maturation nuit à la viabilité des semences comme à la bonne conservation du produit. Les sols limoneux fertiles et bien drainés sont les plus favorables : le soja, à cet égard comme à d'autres, est beaucoup plus exigeant que l'arachide. Le pH optimal du sol se situe de 6 à 6,5 et les sols salins sont à proscrire.

● La culture

● Le choix variétal et la conservation des semences

Le choix variétal est commandé par la latitude et les conditions climatiques locales. Ces facteurs sont peu contraignants en zone sub-équatoriale, où le choix se fera surtout en fonction de la longueur du cycle et de l'intensité culturale recherchée, souvent très forte : deux ou trois cultures par an, en rotation avec le riz et d'autres céréales. Les variétés hâtives sont alors préférées, malgré leur plus faible potentiel de production.

Dans les autres zones, il convient d'apporter la plus grande attention à la période optimale de semis en fonction de la variété et de la latitude. Le succès dépend alors de la répartition pluviométrique qui permet ou non de semer à la bonne date. Cette contrainte majeure est levée, bien entendu, en culture irriguée partielle ou totale.

La conservation des semences représente une contrainte majeure : l'humidité et la température ambiantes en zone tropicale humide réduisent en général à quatre ou cinq mois la durée de conservation en magasins villageois. Il faut réduire rapidement la

⁴ 50 % en poids sec dans l'horizon 0-15 cm.

teneur en eau des semences à 10 % et les stocker à 15-20°C pour pouvoir les conserver d'une année sur l'autre. Si ces conditions ne sont pas réunies, il est nécessaire de décaler la production semencière dans le temps (contre-saison) ou dans l'espace (importation) afin de réduire la période de stockage. Il existe très rarement dans les pays en développement des services ou opérateurs semenciers capables de mettre de la semence de soja à la disposition des petits producteurs, à un prix abordable pour eux.

● **La préparation du sol et le semis**

Les labours profonds sont réservés aux sols compacts ou indurés (argile, latérite). Le lit de semence doit permettre un semis de trois à cinq centimètres de profondeur et une imbibition des graines à 50 % d'humidité avant le démarrage de la germination. La température optimale du lit de semences est de 25 à 33°C, avec des niveaux limites situés à 15 et 37°C (10°C pour les variétés les plus tolérantes au froid). Des doses de semis de 50 à 70 kg/ha, selon la taille des graines (de 10 à 40 g pour 100 graines, selon les variétés), conduisent à des densités de 250 000 à 400 000 plantes à l'hectare.

L'écartement entre lignes, en culture mécanisée, est déterminé par l'équipement utilisé, les petits interlignes (40 à 60 cm) étant préférables. En semis manuel, on sème en poquets de deux à six graines, selon la valeur germinative (souvent médiocre) des semences utilisées. L'inoculation rhizobienne, lorsqu'elle est pratiquée simultanément avec le traitement fongicide des semences, se fait de préférence sous la forme de granules, le fongicide étant apporté en enrobage. Cette inoculation est soit périodique (tous les quatre ans en Thaïlande), soit répétée sur chaque culture (Afrique du Sud), soit réalisée lors de la première culture, avec une souche de rhizobium spécifique de la variété de soja utilisée.

● **Les techniques culturales**

● **Le désherbage**

Il doit être effectué précocement, dès que les plantes atteignent 5 à 10 cm de hauteur. Une préparation du sol soigneuse et l'utilisation d'herbicide permettent de lever ce goulet d'étranglement. Il faut faire attention à la sensibilité du soja aux effets résiduels d'herbicides appliqués sur maïs (atrazine) ou sur coton (fluridone, cyanazine). Le soja se prête particulièrement bien aux techniques de travail minimal du sol, mais se pose alors le problème de la maîtrise de l'enherbement.

● **L'irrigation**

Elle est généralement réservée à la céréale en rotation, mais une irrigation ponctuelle permettant un semis à la bonne date est un facteur important de réussite. La plante craint l'excès d'eau même temporaire. Il convient de lui apporter l'équivalent de 600 à 900 mm sur le cycle, en préférant des apports d'eau massifs à larges intervalles, et en irriguant lorsque la réserve du sol tombe au-dessous de 80 % de la capacité au champ pendant la période de sensibilité (de la floraison au début du remplissage des gousses). L'eau saumâtre est à éviter absolument et un bon drainage est indispensable. Pour le faciliter, le soja irrigué est généralement planté en billons ou en planches surélevées de largeur variable. La culture associée avec riz (dans les sillons), soja et maïs (sur les planches) est alors possible (Indonésie).

● La fertilisation

Elle est rarement pratiquée dans les systèmes traditionnels. Bien qu'il soit théoriquement établi que la fixation rhizobienne suffit aux besoins de la plante jusqu'à un rendement de 3,5 t/ha environ, un apport d'azote (50 kg d'urée en début de croissance) est très souvent bénéfique. Le phosphore est l'élément le plus important, à combiner avec le soufre (superphosphate simple). La potasse, bien qu'exportée en grandes quantités par la plante, donne des résultats parfois erratiques en fertilisation et son apport est généralement réservé aux cultures irriguées.

● La défense des cultures

Elle est très importante en zone tropicale humide, surtout contre les insectes. Les pertes imputées aux déprédateurs et aux maladies sont estimées en Asie à 34%. Les insectes défoliateurs, les perceurs de tiges, les suceurs de sève, les thrips et jassides, les pucerons vecteurs de maladies virales (mosaïque, nanisme), occasionnent des dégâts importants contre lesquels le petit producteur est généralement démuné. L'utilisation de pesticides se fait trop souvent au coup par coup, en fonction des produits et des moyens disponibles localement.

Les maladies les plus répandues

Ce sont le bacterial blight (*Pseudomonas syringae*), la rouille (*Phakopsosa pachyrhizi*), les cercosporioses (*Cercospora*, *Alternaria*), les pourritures des plantules et du collet (*Macrophomina*, *Rhizoctonia*, *Phytophthora*, etc.) et les mildious. Il n'est pas possible de ramener les traitements à des recommandations simples. Pour plus de détails, le lecteur consultera avec profit le *Compendium of soybean diseases*, périodiquement actualisé par l'American Phytopathological Society, et les brochures éditées par le CETIOM (Centre d'études techniques interprofessionnel des oléagineux, France).

● La récolte et les opérations post-récolte

La plante est récoltée lorsque la majorité des feuilles sont tombées, que les gousses inférieures sont sèches et brunâtres et que les graines ont pris leur couleur définitive. Leur teneur en eau est alors de 14 ou 15 %. Au-dessus, il est nécessaire de procéder à un séchage.

La récolte est manuelle ou mécanique. L'utilisation de machines n'est possible que si les premières gousses formées sont à une hauteur suffisante (facteur variétal). Elle doit prendre en compte les risques de pertes par déhiscence. Les pertes liées à ces opérations peuvent atteindre 20 % de la récolte.

La production semencière doit s'accompagner de précautions particulières car une récolte trop tardive ou un battage trop violent diminuent la faculté germinative des semences. Les variétés à tégument épais sont plus résistantes à ces traumatismes et supportent des durées de stockage plus longues. Des graines sèches, propres et entières, stockées à une température inférieure à 20 %, ne posent pas de problèmes de conservation dans la limite d'une année.

Pour les semences conservées sur l'exploitation, en régions tropicales humides, il est recommandé de stocker les graines bien sèches mélangées (3 %) à du talc, de la cendre

de bois ou tout autre produit hygroscopique, dans des récipients clos de faible contenance (20 à 50 l) comme des fûts, des jerricans (à parois opaques) ou des sacs à double paroi en papier ou polyéthylène + aluminium.

● La production actuelle et les perspectives

● Les principaux indicateurs du marché du soja

Tableau 19. La production de soja en 2000 dans le monde (en millions de tonnes)

	Graines	Huile	Tourteau
Production (Mt)	161,2	23,7	103,3
Principaux producteurs	Etats-Unis : 75,1 Brésil : 32,7		
Commerce mondial	30 %	29 %	36 %
Principaux exportateurs (Mt)	Etats-Unis : 27,2 Brésil : 11,5	Argentine : 3,0 Europe : 1,6	Argentine : 12,9 Brésil : 9,4
Principaux importateurs (Mt)	Europe : 16,1 Japon : 4,8	Iran : 0,7 Europe : 0,6	Europe : 18 Pays arabes : 3,1

Source : *FAO Yearbook et Public Ledger*.

La culture du soja couvre 76 millions d'hectares (2001). C'est la première culture oléagineuse au monde. Les exportations des Etats-Unis tendent à décroître, au profit du Brésil.

Les importations de la Chine sont appelées à croître (tourteau). La demande en graines entières pour la consommation humaine reste concentrée sur l'Asie. L'avenir et l'évolution de la filière, sur le moyen terme, dépendent du débat sur les OGM et des exigences des importateurs qui en découleront.

Dans les pays tropicaux les grands problèmes auxquels doivent faire face les chercheurs et les opérateurs de la filière soja, peuvent être récapitulés ainsi :

- > une meilleure prise en compte de la valorisation de la fraction protéique pour l'alimentation humaine, dans les pays où la culture a été introduite en milieu paysan (Nigeria, Côte d'Ivoire) ;
- > une meilleure intégration agronomique et économique dans les systèmes à dominante rizicole (sud-est asiatique) ;
- > une meilleure maîtrise de la technologie post-récolte et une amélioration de la production et de la distribution de semences en milieu traditionnel (pays en développement) ;
- > la consolidation de la filière par l'amélioration durable et rentable de la productivité et de la qualité des produits, dans les pays où la production locale est concurrencée par le marché international ;
- > la mise au point, la fabrication et la diffusion de produits nouveaux répondant à l'évolution de la demande : sojas sans OGM, bio, diététique, substituts de la viande et des produits laitiers.

LE TOURNESOL

Helianthus annuus

Anglais : sunflower

Espagnol : girasol, mirasol, hierba del sol

Portugais : girassol

Famille des Asteraceae

● Les utilisations du tournesol

Le tournesol est originaire d'Amérique du Nord et a été introduit en Europe vers 1510 par les explorateurs espagnols. Il s'y est progressivement diffusé jusqu'en Russie. Il a d'abord été cultivé comme plante ornementale puis pour ses graines consommées grillées ou crues comme friandises. La production d'huile s'est développée au XVIII^e siècle à partir de la Russie. En 1880, des variétés sélectionnées en Europe ont été introduites en Amérique du Nord et au XX^e siècle l'aire de culture s'est étendue vers l'Asie, le Moyen Orient, l'Australie et l'Afrique. La sélection a permis des progrès importants, notamment pour les critères de teneur en huile et de résistance à la pyrale.

Le tournesol est principalement cultivé pour ses graines, qui constituent la seconde source mondiale d'huile comestible. L'huile de tournesol est utilisée dans l'alimentation (pour la cuisine et la fabrication de margarine) et en lipochimie (lubrifiants, savon, détergents et peintures). Le tourteau, riche en protéines, est utilisé pour l'alimentation du bétail (porcs, volaille, bovins). On consomme aussi les graines salées, crues ou grillées. Les graines crues constituent un aliment de base pour les volailles et les oiseaux de compagnie. Les plants sont utilisés comme fourrage ou engrais vert.

● La plante

C'est une plante annuelle, dicotylédone, de 0,70 à 3,5 m de haut, avec des feuilles de 10 à 30 cm de long et 5 à 20 cm de large. Elle possède la plupart du temps une seule inflorescence appelée capitule, pouvant mesurer de 10 à 40 cm de diamètre, constitué de fleurs tubulaires ou fleurons. Le capitule est susceptible de suivre le soleil. La racine pivotante peut descendre jusqu'à trois mètres de profondeur et la plante développe également un faisceau de racines en surface. La reproduction de la plante cultivée s'opère par la semence.

Le tournesol se développe dans des zones où la température moyenne annuelle varie de 6 à 28°C, où les précipitations annuelles sont comprises entre 200 à 4 000 mm et où le pH des sols est compris entre 4,5 et 8,7, avec un optimum entre 6 et 7,2. Dans les zones tropicales le tournesol se développe en moyenne ou haute altitude. Les jeunes plantes résistent au gel peu rigoureux. Le tournesol se développe uniquement en zone de fort ensoleillement. Comme son système racinaire double est efficace, le tournesol est résistant à la sécheresse. L'apport d'eau est toutefois essentiel pendant la période de floraison. Le tournesol pousse dans conditions pédologiques très variées : latérite, calcaire, toxicité aluminique, salinité, sable. Il est cependant intolérant aux sols acides et aux sols engorgés et son système racinaire est sensible aux accidents de structure et aux tassements.

● **La culture**

Les graines sont semées entre 2,5 et 7,5 cm de profondeur (moyenne : 5 cm). La germination a lieu dès 4°C. Elle est rapide si la température du sol est comprise entre 8 et 10°C et doit se faire en sept jours maximum (pour limiter les risques de pourrissement). La densité de plantation varie de 5 à 6 pieds/m².

Le rendement est meilleur si les conditions suivantes sont réunies :

- > une croissance végétative modérée et sans exubérance (sinon les besoins en eau sont élevés et l'appareil végétatif est favorisé au détriment de l'appareil reproducteur) ;
- > une floraison sans à coup climatique : les déficits en eau sont à éviter durant cette période ;
- > la persistance de feuilles vertes et une température élevée pendant le remplissage des graines.

La pollinisation, croisée (protandrie), est facilitée par la présence de ruches d'abeilles (de deux à trois ruches/ha). Un bon contrôle des adventices est nécessaire dans la phase d'implantation et de croissance. Les risques de maladies fongiques sont élevés. Les principaux ravageurs sont les limaces, les chenilles, les vers gris et thrips, mais aussi les oiseaux.

Le cycle du tournesol varie de cent vingt à cent cinquante jours, avec une période critique pour l'eau, vingt jours avant et vingt jours après la floraison.

● **La récolte et les opérations post-récolte**

La récolte peut être mécanisée : la moissonneuse taille la tige en dessous des inflorescences et laisse un chaume d'environ 50 cm de hauteur. Elle peut être manuelle et, dans ce cas, seules les capitules sont ramassés. Les capitules sont ensuite battus pour séparer les graines de leur support. Dans certains pays, les tiges sont récoltées séparément et servent de combustible. La récolte doit être réalisée alors que l'humidité des graines est la plus basse possible : inférieure ou égale à 12 % pour un stockage de courte durée et à 10 % pour un stockage de longue durée.

Les graines contiennent 25 à 35 % d'huile, certains cultivars sélectionnés vont jusqu'à 50 %. L'huile est composée de 44 à 72 % d'acide linoléique et 13 à 20 % de protéines facilement digestibles.

Les principaux pays producteurs sont l'Argentine, la Russie, l'Ukraine, la Chine, la France et les Etats-Unis. 26 millions de tonnes ont été produits en 2000. Les principaux pays importateurs sont l'Union Européenne et la Turquie.

Bibliographie

L'arachide

R. SCHILLING et al., 1997, *L'arachide*, Maisonneuve et Larose.

J. SMARTT, CHAPMAN and HALL, 1994, *The groundnut crop*.

Le carthame

Plant Resources of South-East Asia (PROSEA), Pulses, Edible fruits and nuts, Dye and tannin-producing plants, Forages, Timber trees : Majors commercial timbers, Rattans, Bamboos, Vegetables. N° 1-4, 5 (1), 6-8, CD Rom, Wageningen, 1997.

Le cocotier

DE TAFFIN G., 1993, *Le cocotier*, Maisonneuve et Larose - ACCT., Paris, coll. Le technicien d'agriculture tropicale.

Le palmier à huile

HARTLEY C.W.S., *The oil palm* (third edition). Longman Scientific and Technical Ed., 1988.

JACQUEMARD J. CH., *Le palmier à huile*. Collection Le technicien d'agriculture tropicale. Maisonneuve et Larose Ed., Paris, France, 1995.

PANTZARIS T.P., *Le livret des usages de l'huile de palme*. PORIM Ed., Kuala Lumpur, Malaisie, 1988.

Le tournesol

Le tournesol, les techniques culturales. Le contexte économique, CETIOM, 1999.

SERIEYS H, 1995, *Les voyages du tournesol*, in La garance voyageuse, n° 29, p 13 à 17.

Adresses utiles

Collections de semences arachidières

Groundnut Germplasm Project, Dakar, Sénégal, fax : 823 92 65.

ICRISAT, International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, fax : 91 40 24 12 39, Hyderabad, Inde.

Fabricants de matériels cités : SISMAR, BP 3214, Dakar, Sénégal.