

REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET
UNIVERSITAIRE
INSTITUT SUPERIEUR D'ETUDES SOCIALES
DEPARTEMENT DE DEVELOPPEMENT COMMUNAUTAIRE



COURS D'AGRICULTURE GENERALE ET ELEVAGE
DESTINE AUX ETUDIANTS DE PREMIER GRADUAT GAP

Conçu par Prof Michel Mazinga Kwey

Dispensé par CT. Master. Maurice Kesonga Nsele (PhD-Student-Ulège)

ANNEE ACADEMIQUE 2019-2020

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES	1
INTRODUCTION	5
1. Rappel historique	5
2. Constat de l'agriculture actuelle	7
3. Importance de l'agriculture	9
4. Perspectives	11
5. L'Agriculture d'aujourd'hui	12
5.1. Agriculteur Agronome	12
5.2. Agriculteur gestionnaire	13
5.3. Agriculteur Manager	13
5.4. Agriculteur, Homme de relations publiques	13
5.5. Agriculteur Commerçant	14
5.6. Agriculteur Homme de progrès	14
6. Agriculture d'aujourd'hui	Erreur ! Signet non défini.
CHAPITRE 1. LOIS DE LA CROISSANCE VEGETALE	16
Introduction	16
1.1. Croissance fonction du temps	16
1.2. Loi du minimum	17
1.3. Loi de décroissance des excédents de rendement ou loi des excédents moins que proportionnels	19
1.4. Loi d'interaction des facteurs de croissance	20
CHAPITRE II LES FACTEURS DE LA PRODUCTION AGRICOLE	22
Introduction	22
2.1. Facteurs socio économiques	23
2.2. Facteurs techniques	25
CHAPITRE III LE CLIMAT ET L'AGRICULTURE	26
Introduction	26
3.1. Les précipitations	27
3.1.1. Importance	27
3.1.2. Sources d'eau pour les plantes	27
3.1.3. Paramètres	27
3.1.4. Problèmes liés à l'eau	28

3.1.5. Pratiques agricoles en relation avec l'eau	28
3.1.5.1. Cas des régions ou à pluies irrégulières.	28
3.1.5.2. Une meilleure utilisation de l'eau disponible	28
3.1.5.3. L'irrigation	29
3.1.5.3.2. Méthodes d'irrigation	30
3.1.6. Principaux problèmes environnementaux de l'eau au Congo	31
3.2. La température	32
3.3. La lumière et le problème de l'ombrage	33
3.4. L'atmosphère	36
3.4.1. Importance	36
3.4.2. Composition	36
3.4.2.1. Constituants de l'air	36
3.4.2.2. Pollution de l'air et de l'atmosphère au Congo	37
3.4.3. Les vents	39
CHAPITRE IV LE SOL ET L'AGRICULTURE	42
Introduction	42
4.1. Les caractéristiques physiques du sol	43
4.1.1. La texture et la structure	43
4.1.2. La profondeur	45
4.1.3. La topographie	45
4.1.4. Amélioration des propriétés physiques du sol	46
4.1.4.1. La lutte contre l'érosion	46
4.1.4.2. Le labour	48
4.1.4.3. Le drainage	52
4.2.1. Les réserves minérales	53
4.2.1.1. La jachère	53
4.2.1.2. La fumure	54
4.2.1.2.1. La fumure organique	54
4.2.1.2.2. La fumure minérale	57
4.2.1.2.3. Les cultures enrichissantes	59
4.3. Les caractéristiques biologiques du sol	60
4.4. Problèmes de dégradation des terres au Congo	63
4.4.1. Erosion du sol	63
4.4.2. Pratique culturales	64
4.4.3. Régime foncier	64
CHAPITRE V MATERIEL DE PROPAGATION	66
5.1. Les modes de propagation	66
5.1.1. Multiplication générative	66
5.1.2. Multiplication végétative	67
5.1.2.1. Le bouturage	68
5.1.2.2. Le greffage	70
5.1.2.3. Le marcottage	73
5.2. La qualité du matériel	75

5.2.1. Caractérisation d'une bonne variété	76
5.2.2. La qualité des semences	77
5.3. La conservation des semences	77
CHAPITRE VI LES METHODES CULTURALES	78
Introduction	78
6.1. Le choix du terrain	79
6.2. Etablissement du plan de la plantation et délimitation des parcelles	81
6.3. La préparation du terrain	81
6.3.1. L'ouverture de la plantation	82
6.3.1.1. En savane	83
6.3.1.2. En forêt	83
6.3.2. Le travail du sol	85
6.4. La plantation	85
6.4.1. Assolement et rotation	85
6.4.2. La mise en place	91
6.4.2.1. Semis direct et transplantation	91
6.4.2.2. Date de plantation	93
6.4.2.3. Densité de plantation	93
6.4.2.4. Profondeur de plantation	94
6.4.2.5. Dispositif de plantation	95
6.4.3. L'entretien	96
6.4.3.1. Contrôle de la densité	96
6.4.3.2. Lutte contre les ennemis des cultures.	97
6.4.3.3. Travail du sol	100
6.4.3.4. Soins à la plante	101
6.5. La récolte	101
6.6. Note sur le machinisme agricole	102
6.7. Agroforesterie	102
6.7.1. Historique	102
6.7.1.1. Le Terroir autrefois	103
6.7.1.2. Le terroir de nos jours	103
6.7.2. Définition	104
6.7.3. Classification des systèmes agroforestiers	105
6.7.4. Principes de vulgarisation agroforestière	107
6.7.4.1. Cibler la vulgarisation	107
6.7.4.2. Adapter la méthodologie	108
6.7.5. Avantages et inconvénients	109
6.7.5.1. Avantages	109
6.7.5.2. Inconvénients	109
6.7.6. Conclusion	110
CHAPITRE VII NOTIONS D'ECONOMIE AGRICOLE	112
7.1. Facteurs de production	112

7.1.1. Le capital	112
7.1.2. Le travail	113
7.1.3. La terre	115
7.1.4. Eléments de calcul de production avec usage d'engrais chimiques	116
CHAPITRE VIII REGARDS SUR L'AGRICULTURE CONGOLAISE	118
8.1. Potentialités	118
8.2. Evaluation de la situation de la sécurité alimentaire au Congo	119
8.2.1. Définition	119
8.2.2. Disponibilités alimentaires sur base de la production	119
8.2.2.1. Produits vivriers	119
8.2.2.2. Les féculés (racines et tubercules)	119
8.2.2.3. Les céréales	120
8.2.2.4. Les bananes plantains	119
8.2.2.5. Les oléagineux	120
8.2.2.6. Produits d'élevage.	120
8.2.2.7. Produits de la pêche	121
8.2.2.8. Produits forestiers non ligneux	121
8.3. Analyse des causes de fluctuation de production	121
8.3.1. Facteurs climatiques et non climatiques	121
8.3.2. Etats des infrastructures	122
8.3.3. Financement du secteur agricole	122
8.3.4. Les intrants agricoles	123
8.3.4.1. Les semences améliorées (commerciale)	123
8.3.4.2. Les engrais et autres intrants	124
8.3.5. Questions liées aux spécificités de chaque sexe	125
8.3.6. Mouvement des populations affectant la production (les réfugiés et les déplacés)	125
8.4. Perspectives	126
8.4.1. Le gouvernement	126
8.4.2. Le secteur privé	127
8.4.3. Les Organisations Non Gouvernementales	128
8.4.4. La communauté Internationale	128

INTRODUCTION

1. Rappel historique

L'agriculture l'une des plus anciennes activités de l'homme, consiste à obtenir une production d'une série de plantes et d'animaux, sur une certaine surface et au sein d'un milieu naturel et socio-économique donné, donc à travers des contraintes, en mettant en œuvre des facteurs de production.

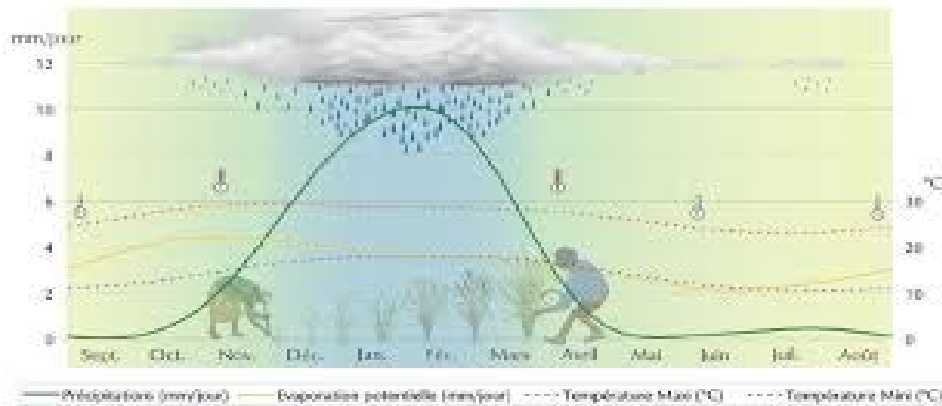


Figure 1: facteur édapho-climatique et socio-économique de production

Si l'objectif de l'agriculture est resté le même au fil des siècles, l'activité agricole, a subi une évolution considérable qui est liée à l'évolution de la société toute entière. En effet, c'est le progrès des sciences puis des techniques qui ont bouleversé le monde agricole à partir du 19^{ème} siècle.



Figure 2 : évolution de l'agriculture au cours de siècles

Ainsi, dans l'activité agricole sont apparues;- l'agronomie ou les sciences agronomiques, elles cherchent à définir les lois qui régissent la production agricole.

La phytotechnie et la zootechnie ou les techniques de la production agricole, la phytotechnie est l'ensemble des techniques permettant à un milieu donné (sol et climat) de fournir à l'agriculteur un minimum de production végétale, lui assurant le meilleur revenu et cela sans altérer la fertilité du milieu, la zootechnie peut se définir comme la phytotechnie révisée concernant les productions animales.



Figure 3 : Phytotechnie et Zootechnie

Les sciences et les techniques agricoles non seulement transforment les pratiques agricoles mais ont surtout été à l'origine des mutations successives du monde agricole et ont contribué aux mutations du monde rural dans son ensemble.



Figure 4 : mutation du monde rural grâce à l'agriculture

2. Constat de l'agriculture actuelle

L'agriculture actuelle est le résultat de deux siècles de découvertes scientifiques et techniques.

- la chimie a mis au point les engrais pour nourrir les plantes et les pesticides pour les protéger contre les ennemis ;



Figure 5 : fertilisant et pesticides agricoles

- la Biologie (génétique, physiologie), a permis d'améliorer les aptitudes : produit et vie des végétaux et des animaux ;



Figure 6 : semences améliorées

- la mécanisation a dominée l'effort humain et augmenté les capacités de travail de l'homme.



Figure 7 : mécanisation agricole

C'est ainsi que toutes les spéculations agricoles ont vu leur productivité quasiment doubler en 20 ou 30 années. Cette agriculture de type productivité a modifiée fortement l'organisation sociale du monde rural.

En effet, depuis quelques années, on peut constater dans notre pays une prise de conscience accrue en faveur de l'agriculture; un nombre croissant de Congolais investissent en agriculture. Il s'agit tant des cultures pérennes (surtout le caféier) que des cultures annuelles, notamment vivrières comme le riz et le maïs.



Figure 8 : cultures vivrières et pérennes

3. Importance de l'agriculture

L'agriculture, est et restera toujours, une des branches primordiales de l'activité humaine du fait que, d'abord, elle nourrit l'humanité, et qu'elle est donc essentielle à la survie de la race humaine.



Figure 9 : les produits de l'agriculture

En 2000, 90,0% de l'énergie consommées par l'homme provenait de ses cultures tandis que 9,2% étaient d'origine animale.

L'agriculture constitue, en outre, une source de matière première pour plusieurs industries, par exemple le bois, le coton, le caoutchouc, les huiles végétales. L'agriculture représente de ce fait, un secteur important de la vie économique, surtout dans les pays sous-développés.

L'importance économique de l'agriculture se traduit aussi par le fait qu'elle occupe la majeure partie de la population du globe. Au Congo par exemple, en 2010, 60% de la population active travaillaient en agriculture (SNSA).

Dans les pays en développement, l'agriculture joue également un rôle capital dans le financement du développement de par sa contribution dans les recettes en devises (agriculture d'exportation ; café, cacao, huile de palme). En 2002, les principales productions agricoles congolaises pour usage domestique étaient estimées à près de 15,7 millions de tonnes de manioc, 1,6 millions de tonnes de maïs, 504 000 tonnes de plantain, 340 000 tonnes de riz, 360 000 tonnes de fruits, 376 000 tonnes de patate douce, pomme de terre et taro, 119 000 tonnes de haricots et 285 000 tonnes de feuilles de manioc. De plus, on a enregistré des importations importantes de riz (près de 163 000 tonnes), blé, poisson, viande et sucre. Le rôle

premier de l'agriculture, a-t-il été dit plus haut, est de nourrir l'humanité. A ce propos, produire suffisamment de nourriture est sans conteste un des plus grand défis que l'homme du 21^{ème} siècle doit lever, particulièrement dans les pays du tiers-monde, où sous-alimentation et malnutrition constituent des problèmes préoccupant. Selon les dernières données disponibles, le nombre total de personnes sous-alimentées, qui aurait atteint 1 023 millions en 2009, devrait tomber à 925 millions en 2010, soit une baisse de 9,6%. Les pays en développement représentent 98% des personnes sous-alimentées dans le monde, et le taux de prévalence de la sous-alimentation y est de 16% contre 18% en 2009, mais ce niveau est nettement supérieur à celui fixé dans l'Objectif 1 du Millénaire pour le développement. Le sommet se proposa, alors, de réduire de moitié le nombre actuel de personnes sous-alimentées dans le monde au plus tard en 2015.

Pour atteindre ce but, il est essentiel que l'agriculture devienne plus scientifique. Il import, à cet effet, que les agents de la production agricole maîtrisent les principes fondamentaux de la production végétale et leur application à l'exploitation des plantes cultivées. Tel est l'objet du cours d'**Agriculture générale**. Il s'agit de l'étude des bases scientifiques de la production végétale (1^{ère} partie).

L'agriculture comparée quant à elle est l'étude comparée des divers systèmes agricoles dans le monde (2^{ème} partie).

Mais qu'est donc l'agriculture? C'est, selon RATINEAU (1946), l'art de produire, par le travail du sol, des matières vivantes végétales destinées à l'alimentation humaine, à la nourriture des animaux domestiques et à l'approvisionnement de certaines industries.

4. Perspectives

Cette définition soulève une remarque importante. A ses débuts, l'agriculture a été exclusivement un art, donc largement empirique, les connaissances acquises se transmettant, immuables, de génération en génération. Aujourd'hui, l'agriculture reste un art, car l'héritage du passé est grand. Mais l'agriculture du XXème siècle (du moins les systèmes avancés) est plus qu'un art ; elle est devenue une science (appliquée).

Les spécialistes voient l'avenir de l'agriculture autour de trois axes :

- une meilleure combinaison des ressources pour diminuer les coûts de production ;
- une diversification des produits ;
- l'adaptation de l'agriculture à l'environnement social et économique du moment.

Les prochaines décennies risquent d'apporter à nouveau de profondes mutations dans notre agriculture et il faut que celle-ci soit capable de s'adapter pour survivre. En effet, la recherche scientifique actuelle fait des progrès considérables dans les domaines:

- de l'électronique et de l'informatique qui sont une révolution dans le fonctionnement de l'exploitation agricole : robotique (technologie de la robotisation), micro-informatique, télématique (technologie nouvelle de télécommunication assistée par l'informatique) ;
- des Biotechnologies ou technologies du vivant qui vont être à l'origine des principales mutations, dans toute l'activité agricole.

* En production végétale : l'accélération dans l'amélioration des plantes et la régénération sanitaire de nombreuses cultures ; le GENIE GENETIQUE ouvre des possibilités nouvelles infinies : création de nouvelles espèces, fixation de l'azote de l'air pour l'amélioration des plantes, résistance des plantes aux maladies, les bio pesticides (pesticide utilisant une substance vivante comme matière active) etc.

* En production animale : le TRANSFERT d'EMBRYONS consistant à implanter l'embryon de son choix dans n'importe quelle mère permet une intensification de la production très rapide, le GENIE GENETIQUE va permettre d'optimiser l'alimentation animale par la sélection de la glace microbienne de l'appareil digestif ou l'arrivée de nouvelles sources de

protéines comme les protéines d'origine cellulaire, la METHANISATION ou production de biogaz pourra être un potentiel énergétique à partir des affluents de la ferme (lisier, fumier).

* En industrie Agro-alimentaire : là encore le génie génétique va être à l'origine de nouvelles sources de protéines (produites en laboratoire et de nouveaux aliments (nouveaux procédés de fermentation, édulcorant [substance à pouvoir sucrant]).

L'agriculture de demain sera tout aussi importante qu'aujourd'hui mais elle sera différente ; et seule la faculté d'adaptation de notre agriculture et de nos agriculteurs à la société nouvelle permettra de développer l'agriculture en RDC.

5. L'Agriculture d'aujourd'hui

Le métier d'agriculteur est certainement un des plus beaux métiers de l'activité humaine ; outre le rôle nourricier qu'il joue dans la société depuis toujours, comment ne pas aimer un métier qui exige toutes les qualités intellectuelles, morales et physiques de l'homme, qui permet de vivre dans cet univers merveilleux qu'est la nature et laisse l'initiative individuelle à celui qui choisit ce métier ?

Cela dit, c'est un métier difficile et quelque fois, les satisfactions qu'il apporte ne sont pas à la hauteur des problèmes et des soucis que l'agriculteur rencontre.

Autrefois, les connaissances basées sur l'expérience se transmettaient de père en fils sans qu'intervienne le milieu extérieur. Maintenant, l'évolution scientifique, sociale et culturelle est rapide ; le jeune qui veut se former à l'agriculture de son époque doit s'ouvrir sur l'extérieur, et cette ouverture ne doit pas se limiter à sa formation. C'est l'état d'esprit du futur agriculteur qui doit être ainsi et c'est pourquoi le métier d'agriculteur exige toutes les qualités de l'homme.

5.1. Agriculteur Agronome

L'agriculteur d'antan était un cultivateur, maintenant, il doit être « un agronome » ; la nuance est importante.

Un agriculteur possède des connaissances scientifiques et techniques lui permettant d'appréhender les problèmes qu'il rencontre chaque jour dans son activité. L'agriculture n'est pas un métier de recettes qu'il suffit de suivre ; l'outil de travail est le milieu vivant et la

nature est trop capricieuse pour être stable. Un bon agriculteur saura tirer profit de la nature sans pouvoir la dégrader.

5.2. Agriculteur gestionnaire

Pour désigner une exploitation agricole, on emploie maintenant plus souvent le terme d'entreprise agricole.

En effet, les méthodes pour gérer une exploitation agricole sont les mêmes que dans les autres secteurs d'activités et un exploitant agricole doit donc posséder les mêmes compétences qu'un entrepreneur de l'industrie.

Ceci est d'autant plus vrai actuellement où l'agriculture est très grande consommatrice de produits intermédiaires (matériel agricole, carburant, engrais, pesticides, ...) et où les marges de rentabilité sont souvent très étroites pour bon nombre de production.

5.3. Agriculteur Manager

Diriger une exploitation agricole demande les compétences d'un vrai chef d'entreprise. En effet, l'exploitant agricole doit savoir gérer le personnel s'il y en a, et le matériel agricole.

Ainsi, l'organisation doit être optimisée pour exploiter au mieux les facteurs de production (capital et travail).

Exemple : un bon agriculteur choisira des productions qui lui permettent de répartir son travail toute l'année.

5.4. Agriculteur, Homme de relations publiques

L'agriculteur ne doit pas rester isolé, il doit être en bonne relation avec tout le milieu professionnel (crédit agricole, chambre d'agriculture, direction d'agriculture, syndicats, coopératives,...).

En effet, l'intégration dans le milieu professionnel permet d'une part de se tenir informé de la législation en cours et des décisions politiques, et d'autre part de participer activement à l'évolution du monde agricole.

5.5. Agriculteur Commerçant

Si certaines grandes productions ne posent pas de problème de débouchés (céréales par exemple), un grand nombre de produits sont confrontés à la loi du marché, c'est-à-dire l'offre et la demande.

Même s'il existe maintenant une organisation assez importante des marchés agricoles, un agriculteur qui sait vendre ses produits tirera un meilleur revenu qu'un agriculteur mauvais commerçant.

Exemple : c'est le cas en horticulture ; sur un marché de gré à gré, les acheteurs (grossistes le plus souvent) circulent parmi les producteurs ; les acheteurs sont influencés par la qualité du produit mais aussi par l'agriculteur qui sait venter les avantages de ses produits.

5.6. Agriculteur Homme de progrès

L'agriculteur de demain ne vivra que s'il s'adapte aux nouveaux contextes économiques, sociaux et culturels ; mais mieux encore que l'adaptation, c'est l'innovation qui lui permettra de réussir dans des créneaux jusque-là sous-estimés. Un agriculteur dynamique sera un agriculteur novateur.

Toutes ces qualités qu'exige le métier d'agriculteur aujourd'hui peuvent paraître de prime abord, un peu trop nombreuses pour une seule personne. En effet, celles-ci sont essentielles pour réussir dans ce métier.

Aucune de ces qualités ne demandent un don particulier et c'est grâce à une bonne formation agronomique et au dynamisme qu'un individu deviendra apte à assumer son entreprise agricole.

Selon la nature de la matière végétale produite, et le mode de production, l'agriculture comporte aujourd'hui plusieurs branches, notamment :

- 1) L'agriculture au sens strict, qui s'occupe des plantes de grande culture (cultures annuelles et pérennes).
- 2) L'horticulture : qui vise les plantes historiquement cultivées à petite échelle (dans des jardins) ; on peut distinguer :
 - Les cultures maraîchères : production des légumes (feuilles ou fruits).

- L'arboriculture fruitière : production de fruits
 - La floriculture : production de fleurs
- 3) L'agrostologie, qui concerne la production d'herbe pour le bétail.
 - 4) La sylviculture, qui organise la production du bois.
 - 5) L'agroforesterie, qui combine, dans l'espace et dans le temps, des végétaux ligneux avec des cultures herbacées et/ou avec l'élevage sur la même parcelle de terre.



Figure 1: intégration des arbres dans l'emblavage.

De par la nature complexe de son objet, l'agriculture s'appuie sur des disciplines diverses, notamment :

- 1) Les sciences biologiques : botanique, physiologie végétale et animale, microbiologie.
- 2) Autres sciences agronomiques : pédologie, améliorations foncières, machines agricoles.
- 3) Sciences générales : chimie, physique, climatologie.
- 4) Sciences économiques : économie agricole

CHAPITRE 1. LOIS DE LA CROISSANCE VEGETALE

Introduction

Il découle de la définition de l'agriculture, que le travail de l'agronome consiste à élever les plantes cultivées, autrement dit à les faire croître de manière à en tirer le maximum de produit. Il va de soi que la quantité et la qualité de la récolte dépendent des conditions de culture et des méthodes utilisées. Les plantes, en effet, sont des êtres vivants, sont donc doués de la propriété fondamentale de réponses à tous stimulus (excitation).

L'étude des réactions des végétaux vis-à-vis des facteurs de leur environnement constitue l'objet de ce chapitre.

1.1. Croissance en fonction du temps

Lorsqu'on suit l'évolution, dans le temps de la croissance (longueur, poids) d'une plante ou d'un de ses organes, on obtient une courbe en forme de S, dite courbe de croissance, caractéristique de tous les êtres vivants.

Si, sur le même graphique, on représente aussi les augmentations (journalières, mensuelles ou annuelles) du paramètre considéré, on obtient une courbe en cloche, qui traduit la vitesse de croissance.

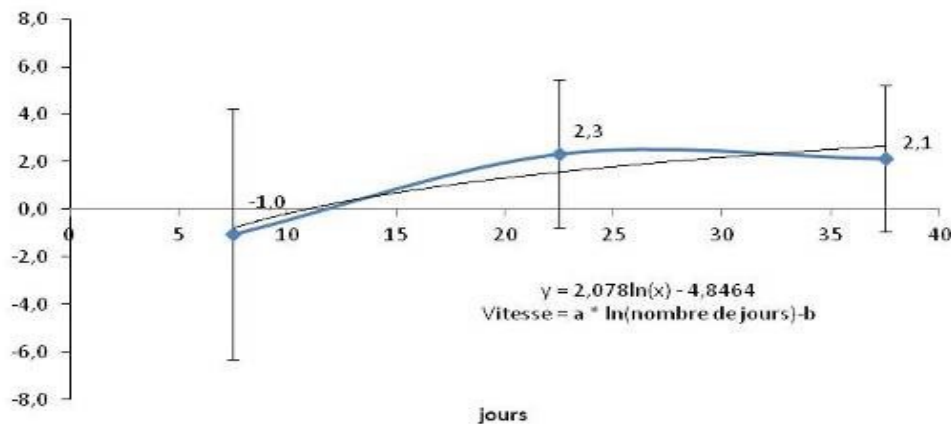


Figure 2 : Évolution de la vitesse moyenne de croissance

Cette courbe montre que la croissance n'est pas constante au cours du temps. Lente au début, elle s'accélère en suite et passe par un maximum, puis diminue progressivement pour devenir nulle.

La croissance implique l'utilisation, par la plante, d'un certain nombre de matières premières, notamment eau, substances minérales et CO₂, pour fabriquer la matière vivante. La croissance variable au cours du temps signifie que les besoins de la plante sont variables au cours du temps, leurs variations suivent celles de la vitesse de croissance. Ainsi, les plantes à graines et aussi à fruits par exemple ont leur besoins maximum à la floraison et à la fructification. Quelques conséquences pratiques tirées de cette loi :

- 1) La fertilisation d'une culture sera plus efficace en saison de croissance active qu'en saison de croissance ralentie.
- 2) En culture irriguée, les quantités d'eau apportées seront d'abord croissantes, atteindront un maximum puis diminueront.

1.2. Loi du minimum

Cette loi, généralement attribuée Justus Vone Liffbig (1843), serait plutôt l'œuvre de Carl Sprengel (Epstein, 1972). Elle a été formulée pour essayer d'expliquer l'influence des éléments nutritifs sur les rendements des récoltes. Elle s'énonce comme suit :

Le rendement d'une culture est fonction du niveau de l'élément qui se trouve en faible quantité relativement au besoin de la plante. Exemple : (soit N, ou P, K, Mg, etc.) et qu'il convient de compenser le manque par un apport, sous forme d'engrais minéral, complétant le ou les éléments en quantité insuffisante.

On retiendra de ces lois la notion du facteur limitant, très importante en agriculture en ce qui concerne les éléments nutritifs, il s'agit principalement pour les sols tropicaux, de l'azote et du calcium. La teneur en matière organique est aussi généralement limitant, les propriétés physiques du sol peuvent également jouer un rôle limitant; c'est le cas notamment de la texture du sol (exemple : sols sableux à faible capacité de rétention en eau et très susceptible à l'érosion). Sur le plan climatique, il s'agit surtout du facteur pluies.

Sous sa forme la plus générale, comme loi du maillon le plus faible, elle énonce que le résultat d'une chaîne de processus est limité par le chaînon le moins performant *et que* c'est sur lui qu'il faut agir pour dépasser la limite.

Cette loi est couramment illustrée par un tonneau ou un baquet en bois où chaque planche correspond à un élément indispensable : azote, acide phosphorique, potasse, oligo-éléments, lumière, chaleur... Certaines planches sont plus courtes que les autres, le contenu fuit par la plus courte. À l'identique, la plante ne parvient pas à se développer de manière optimale, tant que certains nutriments sont insuffisants. Par ailleurs, il est inutile d'augmenter l'apport des autres éléments fertilisants, au risque de pollution et de gaspillage.

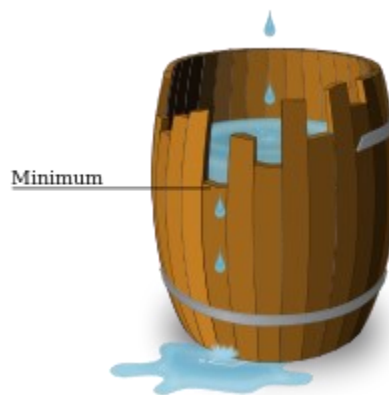


Figure 3: Illustration de la loi de Liebig

Un exemple remarquable d'application de la **Loi du minimum** est donné par les « paquets techniques » de la révolution verte qui ont permis notamment de doubler la production mondiale de riz entre 1958 et 1990. À chaque facteur limitant la production (fertilité, variété, maîtrise de l'eau, herbes, insectes, finances) ces paquets font correspondre une solution technique permettant de dépasser chaque limitation (engrais, amélioration variétale, canaux d'irrigation, herbicide, insecticide, micro-crédit).

Lorsque ces « paquets techniques » ont échoué, il faut dissocier le paquet, différencier les problèmes et s'attaquer au facteur limitant de base qui le premier limite le rendement (les pratiques culturales), si bien que le principe est encore confirmé (sous cette approche différentielle, on pourrait l'appeler la loi du Minimo-minimum).

1.3. Loi de décroissance des excédents de rendement ou loi des excédents moins que proportionnels

Lorsqu'on examine la variation du rendement en fonction d'un facteur de croissance x (courbe de rendement), on peut distinguer trois zones :

- Dans la première zone (I), le rendement augmente avec le niveau du facteur x , qui est limitant dans cette zone.
- Dans la deuxième zone (II), le rendement devient indépendant du facteur x , dont le niveau est à son optimum ; il y a saturation du rendement.
- Dans la troisième zone (III), le facteur x devient toxique, et on assiste à la diminution du rendement.

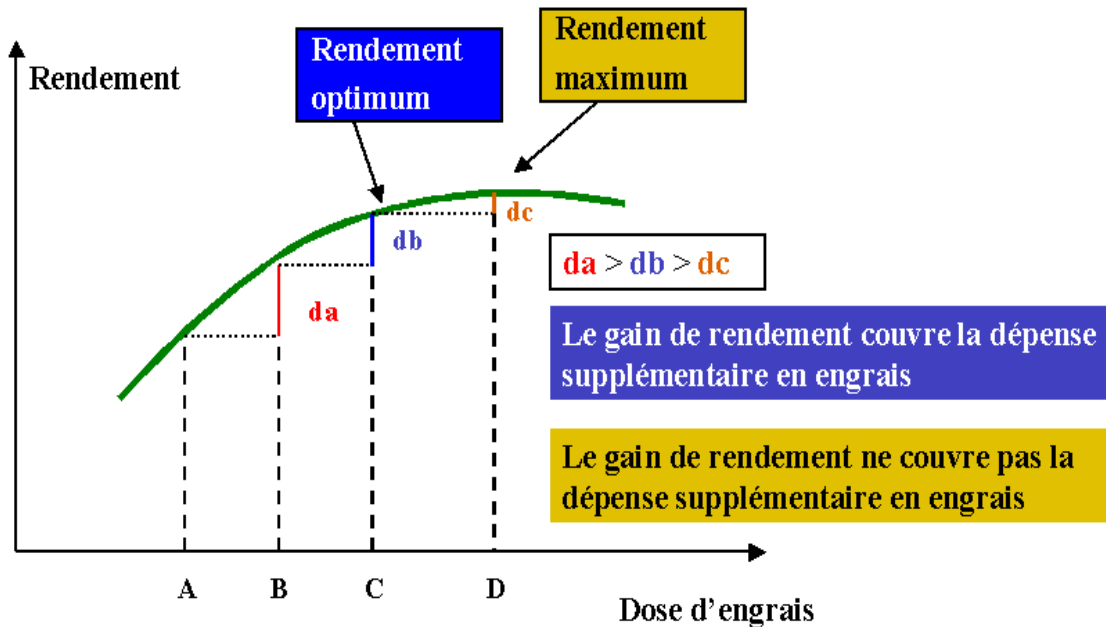


Figure 4 : Illustration de la loi de Mitscherlich

Dans la partie ascendante de cette courbe, la seule qui intéresse l'agriculture, l'augmentation de rendement n'est pas proportionnelle à la quantité du facteur x . A des accroissements égaux correspondent des excédents des rendements de plus en plus faibles au fur et à mesure que la récolte est plus proche de son maximum. La recherche du rendement maximum n'est pas économiquement justifiée : les coûts occasionnés pour obtenir le dernier kilo d'herbe seront beaucoup plus importants que la valeur de ce kilo d'herbe !

1.4. Loi d'interaction des facteurs de croissance

Les lois précédentes concernent l'action d'un facteur isolé sur le rendement. Mais les multiples facteurs qui déterminent la croissance n'agissent pas séparément, mais bien simultanément. C'est dire qu'il ya interaction des divers facteurs de croissance. Celle-ci est ainsi la résultante et non la somme des effets des facteurs isolés. L'interaction des facteurs de croissance a les conséquences suivantes :

- 1) La modification de l'action d'un facteur par les autres facteurs. Cela implique que l'optimum d'un facteur donné sur le rendement est avec le milieu. Ainsi, constate-t-on en fertilisation que la dose optimale d'un engrais varie avec le milieu (sol, climat) ; de même, la densité optimale de plantation est fonction du milieu.
- 2) La modification de la courbe de rendement en fonction d'un facteur donné par les facteurs. Exemple 1 : rendement : $f(\text{eaux})$ en relation avec la température, exemple 2 : rendement (céréales) = $f(N)$ en relation avec la teneur du sol en P.

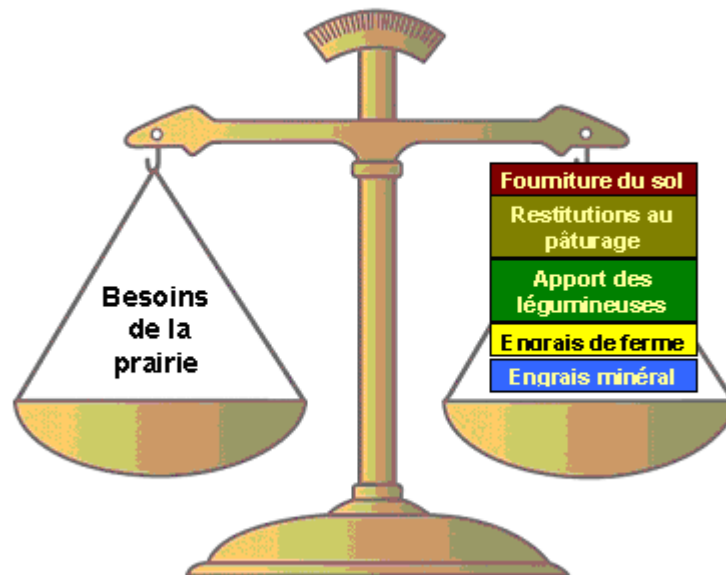
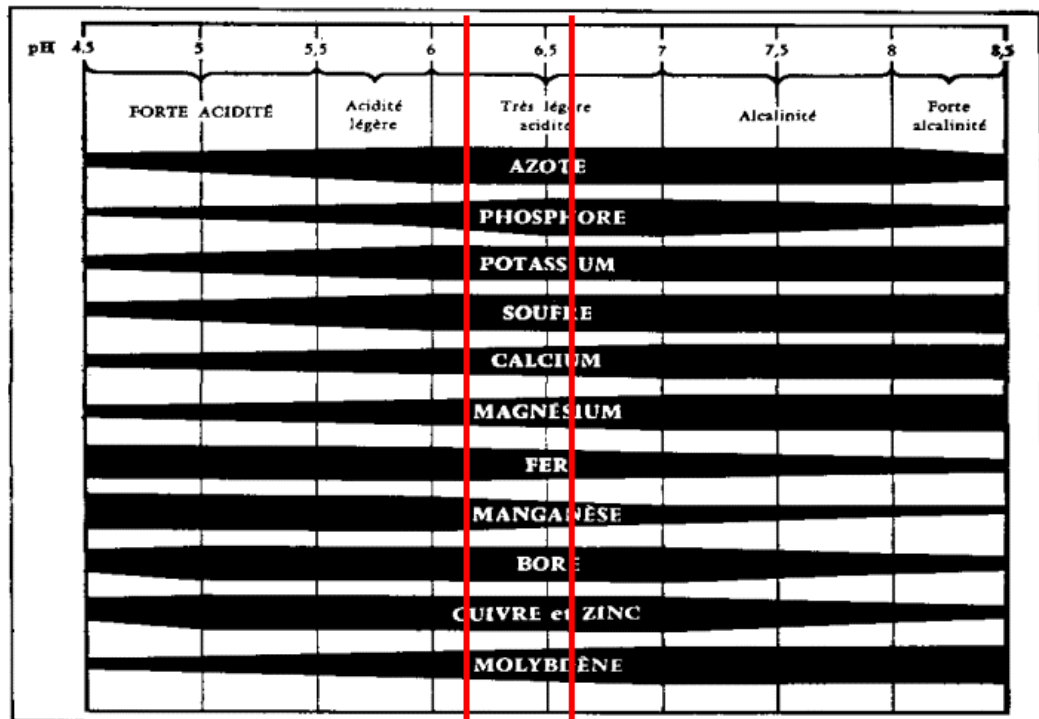


Figure 5: Base de raisonnement de la fumure

1.5. Rechercher une disponibilité suffisante de tous les minéraux

Le pH du sol joue un rôle important dans la disponibilité des éléments minéraux pour les plantes. Selon le caractère plus ou moins acide ou basique du sol, certains éléments sont plus ou moins assimilables. De ce point de vue, des valeurs de pH H₂O comprises entre 6,2 et 6,6 représentent un bon compromis. Le pH KCl à atteindre se situe quant à lui aux environs de 5,6.

Exemple : Disponibilité des éléments minéraux en fonction du pH (D'après Pettinger dans Soltner, 1979).



CHAPITRE 2. LES FACTEURS DE LA PRODUCTION AGRICOLE

Introduction

En physiologie végétale on définit la croissance comme l'augmentation irréversible de dimension et du poids d'un individu ou des organes qui la compose. Si la production d'une quantité importante de matière végétale correspond à une bonne croissance elle ne coïncide pas toujours avec la meilleure production agricole. D'où la notion, en agriculture des produits utiles. Celle ci peut être :

- une feuille : légume feuille :



- une tige : canne à sucre :



- une racine tubérisée : manioc :



- une tige tubérisée : pomme de terre :



- un fruit : bananier, arbre fruitier, légume fruit :



- une graine : céréales, légumineuses :



Dans les deux premiers cas, une bonne croissance équivaut à une bonne production.

Dans les autres cas, bien qu'il y ait une relation entre croissance et production, une croissance exubérante peut résulter en une production médiocre.

Ainsi, un excès d'azote stimule la croissance végétative au détriment de la production des graines par exemples. De même en sol très humide, le manioc produit des feuilles, mais peu des tubercules.

La production agricole est la résultante des nombreux facteurs à interaction multiple, pour simplifier, on peut noter : $\text{production} = \text{superficie cultivée} \times \text{rendement}$. En gros, on peut dire que la surface cultivée est principalement fonction des facteurs socio économiques, tandis que le rendement est lié à des facteurs techniques. Comme illustre par la figure



Figure : Facteurs de production agricole

2.1. Facteurs socio-économiques

Ces facteurs seront étudiés dans le cours d'économie. Nous n'en citerons que quelques-uns parmi les plus importants.

- 1) La disponibilité de la terre liée entre autre au système de propriétés foncières et à la densité de la population ;



Figure : Utilisation de la terre

- 2) Le type d'agriculture en relation avec la destination de la production en général, en agriculture de marché, les superficies emblavées sont plus importantes qu'en agriculture de subsistance
- 3) La nature du travail, manuel ou mécanique : ainsi les agriculteurs utilisant les outils manuels cultivent moins d'un ha par homme actif ; ceux disposant de matériel agricole de traction animale cultivent jusque 10 à 100ha



Figure : Comparaison de trois modes de culture

- 4) Le prix payé aux producteurs, et
- 5) Les facilités d'évacuation de production, liées notamment aux voies et moyens de transport.



En RDC l'augmentation de la production résulte généralement de l'accroissement des superficies cultivées. Pour y arriver, il suffit que les producteurs soient assurés de vendre leurs récoltes et à des prix intéressants.

Ex : la progression constante de la culture de caféier.

2.2. Facteurs techniques

Le rendement d'une culture est déterminé par des nombreux facteurs parmi lesquels on peut retenir :

- 1) Le climat
- 2) Le sol
- 3) Le potentiel du matériel de propagation
- 4) Les méthodes et techniques culturales
- 5) La protection de la culture ou de la récolte
- 6) La qualité de la main d'œuvre

Pour obtenir un rendement élevé, il importe que chacun de ces facteurs soit à un niveau élevé. De ce point de vu, l'agriculture Congolaise se caractérise par un niveau très bas de rendement. Exemple : le rendement moyen de maïs est de 0,7 t/ha en RDC, 1,2 t/ha dans le monde et 5,3 t/ha aux USA.

Un instrument indispensable d'une agriculture prospère est la recherche agronomique, qui, de ce fait doit être considérée comme une composante déterminante du rendement. Elle ne sera cependant pas traitée dans ce cours. Disons en passant que la recherche agronomique ne reçoit plus en RDC toute l'attention quelle mérite.

Dans les chapitres qui vont suivre, nous examinerons les facteurs du rendement dans leurs rapports avec la production.

CHAPITRE 3. LE CLIMAT ET L'AGRICULTURE

Introduction

L'agriculture est une activité en grande partie sous la dépendance du climat, en ce que celui-ci détermine :

- a. Le système agricole.

Ex : dans les régions arides : *dry farming* et *nomadisma pastoral*.

- b. Les cultures pratiquées, du fait que chaque plante a des exigences climatiques propres.

Ex .1 : Production céréalière dans le monde en climat chaud : riz, maïs, sorgho ; en climat tempéré : blé, avoine. Dans les régions tropicales, en climat sec : sorgho, mil, millet ; dans les zones humides : riz, maïs.

Ex. 2 : Plantations arborescentes localisées dans les régions forestières.

- c. Les rendements obtenus, suivant que la plante rencontre des conditions plus ou moins favorables à ses besoins.

Ex : le palmier à huile : en RDC, 1500 à 1800 mm de pluies par an, avec des rendements de 7,5 à 15 t de régimes/ha/an. En Asie (Malaisie, sumatra) : 2500 à 3500 mm de pluies/an, avec des rendements de 15 à 25 t régime/ha/an, voire 30 – 38 t/ha/an.

- d. Le nombre de récoltes par an, suivant le nombre de saisons de croissance. Au Congo, dans la zone tropicale : une récolte ; dans la zone équatoriale : deux récoltes.

- e. Le calendrier agricole : la répartition des travaux agricoles dans le temps est principalement fixée par la succession des saisons. Sous les tropiques, on sème au début de la saison des pluies ; en climat tempéré, lorsque les températures deviennent suffisamment élevées et qu'il n'y a plus de risque de gelée.

- f. Les problèmes majeurs de la production

Ex. 1 : Dans les régions arides, la contrainte majeure de la production est le facteur eau.

Ex. 2 : les conditions chaudes et humides favorisent la pullulation des insectes et maladies, ainsi que des mauvaises herbes.

Bref, le climat détermine les potentialités agricoles d'une région donnée.

Parmi les composantes du climat, nous retiendrons les précipitations, la température, la lumière et l'atmosphère, dont nous analyserons les effets en agriculture. Conformément à la loi d'interaction des facteurs de croissance, climat, ainsi que chacune de ses composantes, n'agissent pas seuls, mais en injections avec les autres facteurs de croissance.

3.1. Les précipitations

3.1.1. Importance

En tant que principale source d'eau pour les plantes, les précipitations constituent un facteur déterminant de la production agricole, l'eau étant essentielle à la croissance des végétaux. Cette importance de l'eau pour les plantes, associée à la variation énorme des pluies d'une année à une autre, en font le facteur climatique le plus critique sur la production. Le niveau des rendements est en effet fortement lié à l'abondance des précipitations : en général, une bonne année (agricole) est une année au cours de laquelle, il a plu suffisamment, car cela s'accompagne de récoltes plus abondantes. C'est pour cette raison, notamment qu'il est recommandé de faire des semis précoces. D'où aussi l'intérêt de l'irrigation. Pour les non agriculteurs. L'importance de l'eau pour l'agriculture apparaît dramatiquement en cas de sécheresse, avec les famines qui s'en suivent (Bas-Congo en 1997-78, Sahel dans les années 70).

3.1.2. Sources d'eau pour les plantes

Sous les tropiques, la principale source d'eau pour les plantes cultivées est la pluie. Dans certaines régions, la rosée et le brouillard peuvent jouer un certain rôle. A ces sources naturelles, il faut ajouter l'irrigation, dont il sera question au point 3.1.5.3.

3.1.3. Paramètres

Une production élevée exige non seulement une certaine quantité de pluies, mais aussi une certaine distribution de celles-ci. Ainsi, beaucoup de plantes pérennes exigent une répartition régulière des pluies pendant l'année (saison sèche courte). Exemple : hévéa. La saison sèche a cependant un effet favorable sur la floraison. Exemple : caféier, arbres fruitiers. Quant aux plantes annuelles, en plus d'une répartition régulière des pluies, il est important que la période critique en eau coïncide avec le pic des précipitations de la saison culturale, et que les phases à faibles exigences en eau (maturation) se situent en saison sèche. On y parvient par un choix judicieux de la variété et de la date de semis.

3.1.4. Problèmes liés à l'eau

Des récoltes maigres et irrégulières, l'incertitude alimentaire et la famine sont les conséquences bien connues de la sécheresse. Cependant, si la pluie constitue en soi bienfait pour la croissance des végétaux, elle peut néanmoins causer certains problèmes. C'est le cas sous les tropiques, où les pluies battantes sur des sols généralement légers créent de gros problèmes parmi lesquels :

- L'érosion : le sol de surface, essentiellement les éléments fins, est entraîné avec les éléments nutritifs et la matière organique.
- Le lessivage des bases, avec comme conséquence :
 - o L'acidification des sols et,
 - o Une fertilité faible et fugace des sols, d'où
 - o Le déclin rapide des rendements caractéristiques de la zone tropicale humide.

3.1.5. Pratiques agricoles en relation avec l'eau

Deux problèmes peuvent se présenter : l'excès ou le déficit en eau. L'excès d'eau est plus généralement lié à la présence, dans le profil, d'une couche peu perméable ou d'une nappe phréatique superficielle, plutôt qu'à un excès de pluies. Aussi, aborderons-nous cette question dans le chapitre relatif au sol. Sous les tropiques, une des préoccupations majeures de l'agriculture reste la sécheresse. Pour y faire face, plusieurs solutions peuvent être envisagées.

3.1.5.1. Cas des régions à pluies irrégulières.

Il est important de choisir des variétés résistantes à la sécheresse. Parmi les critères de résistance à la sécheresse, on peut citer :

- a. Un enracinement profond. Exemple : chez les céréales (sorgho, mil, millet) et les légumineuses (niébé, soja).
- b. Une surface foliaire réduite : les variétés à grandes feuilles ont en effet, en général, des besoins en eau élevés.
- c. Des feuilles caduques. Exemple : le manioc

3.1.5.2. Une meilleure utilisation de l'eau disponible

- Par la lutte contre le ruissellement en accroissant l'infiltration dans le sol :

- Binages
- Aménagement du terrain en billons orientés suivant les courbes de niveau
- Par l'adaptation de la couverture végétale aux réserves en eau :
 - Réduire le temps d'occupation du sol en cultivant des variétés à cycle court,
 - Dry farming
 - Diminuer la densité de plantation
- Par la réduction de l'évapo-transpiration :
 - Le paillage
 - Binages et sarclages (par destruction des mauvaises herbes)

3.1.5.3. L'irrigation

L'apport d'eau au sol en vue de corriger le déficit ou l'irrégularité des pluies constitue une pratique très ancienne et très bénéfique en agriculture. Cette technique sera étudiée en détail dans les cours de génie rural. Nous n'en donnons ici que quelques éléments d'introduction.

3.1.5.3.1. Importance

- a. L'irrigation permet de stabiliser et d'accroître les rendements, grâce à l'approvisionnement régulier en eau, permettant une croissance normale en dépit d'une saison défavorable, et conforme aux besoins de la plante. L'augmentation de rendement aussi du fait que l'irrigation permet une densité de plantation plus élevée.

Ex 1 : en riziculture sèche, les rendements sont de 1 à 2 t de paddy/ha ; le riz irrigué produit 4 à 8 t/ha.

Ex. 2 : rendements de la luzerne en fonction de la quantité d'eau d'irrigation

Tableau 1. Rendements de la luzerne en fonction de la quantité d'eau d'irrigation.

Quantité d'eau (total en mm)	Rendement en t/ha
0	9,75
304,8	14
457,2	17
609,6	19,75

- b. Elle permet de faire plusieurs récoltes par an sur le même terrain (multiple cropping). Dans la cuvette congolaise, le climat autorise 2 récoltes de maïs par an. Si on irriguait, on pourrait atteindre 4 récoltes par an, en cultivant aussi durant les saisons sèches.

- c. Elle permet de régler le calendrier agricole de manière à produire à des moments où les prix sont particulièrement élevés. Un agriculteur qui récolterait l'arachide par exemple à la période des semis, pourrait profiter des prix élevés à cette époque.
- d. Elle rend possible la réalisation de cultures exigeantes en eau là où les conditions naturelles l'excluent. Exemple la culture du bananier en Israël.

3.1.5.3.2. Méthodes d'irrigation

Les diverses méthodes d'irrigation sont classées en méthodes aériennes et de surface. Les premières concernent l'irrigation par aspersion, tandis que les secondes comprennent l'irrigation par ruissellement, par submersion et par infiltration. Parmi les techniques les plus importantes.

- Irrigation par aspersion : l'eau apportée sous forme de pluie artificielle. L'arrosage dans les jardins à l'aide d'un arrosoir est l'exemple d'irrigation par aspersion. Sur des superficies plus vastes on utilise un système de tuyaux, fixes ou mobiles, munis d'asperseurs rotatifs.



Figure 3. Irrigation par aspersion

- Irrigation par ruissellement : consiste à recouvrir un terrain en pente par une mince lame d'eau. L'eau doit couler à une vitesse telle qu'elle puisse encore s'infiltrer dans le sol. il faut donc éviter les trop fortes pentes et les débits trop élevés.
- Irrigation par submersion : un terrain plat est recouvert par une lame d'eau généralement immobile, et aussi uniforme que possible. C'est la méthode utilisée habituellement en riziculture irriguée, dans laquelle les plantes sont sous eau pendant la majeure partie de la culture.

- Irrigation par infiltration : pour les plantes cultivées en lignes, l'eau est envoyée dans des rigoles creusées entre les lignes de plantation.

Le choix de l'une ou l'autre de ces méthodes dépend de plusieurs facteurs :

- La culture
- La topographie du terrain
- Le type du sol
- La quantité d'eau disponible
- Le coût

Pour être bénéfique, l'irrigation doit être bien contrôlée, car elle présente certains dangers, notamment :

- Le lessivage des éléments nutritifs
- L'accumulation de certains sels en surface, par suite de l'évaporation d'eau
- L'érosion, si la pente du terrain ou la vitesse d'écoulement sont trop grandes
- La montée de la nappe phréatique, réduisant la profondeur du sol

3.1.6. Principaux problèmes environnementaux de l'eau au Congo

L'eau qui est un élément vital pour la plante l'est aussi pour l'agriculteur. Lorsque celui-ci utilise l'eau polluée pour sa subsistance, il affecte ses capacités de travail par la détérioration de sa santé et par la voie de conséquence diminue son rendement aux activités agricoles.

L'agriculture peut polluer l'eau par ses épandages d'engrais lessivés par les eaux de ruissellement et déversés dans les rivières, les étangs et mares. Le drainage peut arriver dans certains cas aux mêmes résultats. De bonnes conditions d'emploi des fertilisants et pesticides évitent ces conséquences fâcheuses, par ailleurs onéreuses, puisque ces produits sont perdus pour les cultures.

Nous nous limitons à présenter l'inventaire des principaux problèmes rencontrés au Congo en ressource en eau. Il s'agit essentiellement de :

- La non protection des sites de captage et des points d'eau ;
- L'absence de normes de qualité de l'eau

- L'absence de contrôle de la qualité de l'eau par les services de l'Etat (Environnement)
- Faible niveau d'éducation de la population sur les problèmes de protection de la ressource en eau ;
- Le manque de stratégies nationales dans la gestion des eaux frontalières.

Ces problèmes peuvent être regroupés dans quatre types de pollution :

- La pollution fécale liée à l'état d'insalubrité généralisé des villes et milieux ruraux ;
- La pollution complexe et aigüe liée à l'activité industrielle
- La pollution liée à l'activité pétrolière
- La pollution liée à l'usage des engrais et pesticides

3.2. La température

Elle constitue, avec l'eau, un facteur déterminant sur la croissance des végétaux. Vis-à-vis de la température, chaque plante a des exigences propres, ne se développant normalement que dans une gamme donnée, définie par une température minimum, optimum et maximum. Il en résulte que dans le choix du site pour une culture donnée, il faut tenir compte non seulement des températures moyennes, mais aussi des extrêmes absolues.

La température joue également un rôle capital dans la distribution géographique des plantes cultivées. Exemples :

- Les cultures pérennes exigeant des températures élevées durant tout leur cycle sont confinées dans les régions tropicales (caféier, cacaoyer, palmier à huile).
- Les cultures nécessitant la vernalisation (température basse) pour entrer en floraison ne se retrouvent qu'en climat tempéré (pommier, poirier)
- Le facteur thermique divise le Congo en deux principales zones agricoles : d'un côté, les régions montagneuses de l'Est, caractérisées par un climat doux, de l'autre, le reste du pays, à basse altitude et à climat chaud. Chaque zone se distingue par des cultures propres.

Le caractère limitant de la température en agriculture est variable d'un climat à un autre. Ainsi, en climat tropical, ce facteur est généralement favorable à la croissance pendant toute l'année, et ne constitue pas un facteur limitant de la production. Cependant, dans certaines régions, des gelées peuvent compromettre la production (ex. le caféier au Brésil).

Par contre, en climat tempéré, l'importance de la température est beaucoup plus nette en ce qu'elle détermine :

- La saison
- La date de plantation
- La floraison de certaines plantes
- La saison de culture pour une plante donnée : dans ces régions, on distingue des variétés de saison chaude et d'autres de saison froide (ex. blé d'hiver et le blé de printemps).

Contrairement à l'eau, la température est un facteur peu maniable par l'homme. Là où elle peut limiter la production, le choix de la date de plantation est déterminant.

3.3. La lumière et le problème de l'ombrage

En tant que source d'énergie pour la photosynthèse, la lumière joue un rôle irremplaçable sur la croissance des végétaux, et donc aussi en agriculture. Comme la température, la lumière est un facteur peu contrôlable au champ.

Les paramètres de la lumière sont la qualité, la quantité et la durée. La qualité concerne la proportion relative des différentes longueurs d'onde qui composent la lumière. La durée de la lumière est mesurée par le nombre d'heures de lumière sur la journée de 24 heures. A l'équateur, la durée du jour est relativement constante, et vaut 12 heures. Par contre, lorsqu'on s'éloigne de l'équateur, la durée devient variable avec les saisons. On sait que les plantes sont sensibles à ce phénomène (photopériodisme), en ce que la durée du jour affecte de nombreux processus physiologiques, dont les plantes à jours longs (P JL) et les plantes des jours courts (P JC). Dans les régions tempérées, ce phénomène est important pour certaines cultures à grains et à fruits. Sous les tropiques, ce problème se pose par exemple si on veut produire les semences des légumes tempérés (choux, poireaux, céleris, oignons, salades) qui ne fleurissent

normalement qu'en JL. Pour y parvenir, il faut soit allonger artificiellement la durée du jour, soit utiliser l'acide gibbérellique.

Par rapport aux besoins quantitatifs en lumière, on distingue les plantes de lumière ou héliophiles, et les plantes d'ombre, ou sciaphiles. Les premières se caractérisent par point de saturation en lumière élevée. Toute les plantes annuelles tropicales appartiennent à ce groupe, chez ces plantes, le moindre ombrage entraîne des réductions sensibles de rendement.

Exemples :

- Aux îles Hawaï, deux stations proches, mais différemment exposées, ont donné des rendements de canne à sucre de 55 et 160 tonnes par ha suivant que la station avait une mauvaise ou bonne exposition
- Chez le soja, l'ombrage provoque un haut degré de gousses vides.
- Chez le cotonnier, l'ombrage augmente le shedding.

Cet ombrage peut provenir des plants voisins, cause d'une densité de plantation trop élevée. Ainsi chez les céréales, un semis trop dense entraîne l'ombrage mutuel des plants, qui provoque l'étiollement responsable de la verse.

Dans le groupe des plantes héliophiles, il faut inclure les principales espèces des mauvaises herbes, contre lesquelles un des moyens de lutte consiste à les priver de la lumière (paillage). Le besoin de la lumière des adventices explique pourquoi ces plantes sont plus gênantes dans les jeunes plantations que dans les plantations âgées.

Les plantes sciaphiles se distinguent par un point de saturation en lumière assez bas. Il en résulte que ces plantes sont plus capables de supporter des densités de plantation plus élevées que les plantes de lumière. Il faut classer dans ce groupe les plante de sous bois. Parmi les espèces cultivées, en font partie certaines plantes pérennes comme le caféier, le cacaoyer et le théier. Ceci nous amène au problème de l'ombrage.

Le problème de l'ombrage

On distingue deux types d'ombrage :

- a. Temporaire, fourni pour une période limitée (en germoir et en pépinière, plantules repiquées : tomate, hévéa...), les plantes sont protégées contre la radiation directe.

b. Permanent, maintenu durant toute la culture : caféier, cacaoyer...

L'ombrage peut être fourni par :

- Un couvert artificiel, exemple :
 - Feuilles de palmier étalées sur un cadre : pépinière
 - Certaines grosses feuilles servant à protéger individuellement des plantules transplantées.
- Un couvert vivant
 - Naturel : arbres laissés en place à cet effet lors de l'abatage de la futaie.
 - Planté : une culture associée (cacaoyer sous palmier à huile en Afrique de l'Ouest, caféier ou cacaoyer sous palmier à huile chez beaucoup de planteurs congolais (i) ou un arbre planté (ii). On utilise de préférence des légumineuses à croissance rapide, à couronne pas trop dense, pas nuisibles à la culture principale, résistantes au vent. Ces arbres doivent être plantés à une densité appropriée et élagués périodiquement, et éventuellement éliminés lorsqu'ils deviennent trop grands.

L'utilisation de l'ombrage en culture de caféier, cacaoyer et théier est basée sur le fait que ce sont des essences de sous-bois dans leur habitat naturel. Cependant, la nécessité de cette pratique a été une question très controversée. On constate en effet que les effets de l'ombrage sont variables selon les régions. Cette variation est attribuée à la variation des conditions locales (climat, sol et méthodes culturales), l'ombrage n'étant qu'un facteur parmi les nombreux facteurs du rendement) (loi d'interaction des facteurs de croissance).

Il est maintenant acquis que l'ombrage n'est indispensable que là où les conditions de culture (sol, climat, méthode culturales) sont marginales. Dans ces conditions en effet, l'élimination de l'ombrage entraîne une baisse rapide des rendements due à l'épuisement des plantes. Par contre, dans les conditions optimales des cultures (sols fertiles, climat favorable, méthodes culturales intensives, irrigation, fertilisation, lutte phytosanitaire), la réduction de l'ombrage s'accompagne d'un accroissement de rendement. Ces conclusions sont bien illustrées conditions culturales avec ou sans engrais NPK, sous des intensités lumineuses de 15, 25, 50, 75 et 100%.

3.4. L'atmosphère

3.4.1. Importance

L'atmosphère est une composante essentielle pour la croissance des végétaux, pour lesquelles elle constitue le milieu dans lequel se développent les organes aériens, et la source des éléments suivants :

- Le CO₂ pour la photosynthèse
- L'O₂ pour la respiration ; en particulier, les racines doivent puiser l'O₂ dans l'air du sol ; l'insuffisance ou le manque d'air dans le sol entraîne l'asphyxie et la mort de la plupart des plantes cultivées. Ces conditions se rencontrent essentiellement dans les sols gorgés d'eau. Le riz constitue à cet égard une culture particulière, capable de vivre dans l'eau.
- Le N₂ pour les plantes capables de fixer l'azote atmosphérique, les légumineuses particulièrement compte tenu du caractère limitant de l'azote en agriculture, ce phénomène revêt une importance capitale.

3.4.2. Composition

3.4.2.1. Constituants de l'air

Les 3 gaz précités représentent les principaux constituants de l'air dans les proportions suivantes : N₂ ± 79%, O₂ ± 21% et CO₂ ± 0,03%.

A côté de ces éléments, l'atmosphère en contient de nombreux autres en des proportions très variables. Au-delà d'une certaine concentration variable avec l'élément, beaucoup de pollution de l'atmosphère, sont très à la mode dans les pays développés, heureusement encore mineur dans le tiers-monde. Mais avec l'industrialisation souhaitée, ce problème se posera demain à l'Afrique.

Une étude menée par US EPA (2000) démontre que le dépôt d'acide est une des causes de l'acidification des sols et de l'eau, laquelle entraîne la réduction des stocks de poissons, la perte de diversité dans les lacs sensibles à l'acide et la dégradation des forêts et des sols. L'excès d'azote (comme le nitrate et/ou l'ammonium) favorise l'eutrophisation, en particulier dans les zones côtières. Les pluies acides endommagent les écosystèmes, provoquent la

défoliation, ainsi que la corrosion des monuments et des bâtiments historiques et réduisent les rendements agricoles. Ils réduisent la production en diminuant la surface accumilatrice. Ils entraînent notamment la chlorose et la nécrose des feuilles, la réduction de la surface foliaire et la défoliation.

3.4.2.2. Pollution de l'air et de l'atmosphère au Congo

Le problème de la pollution de l'air et de l'atmosphère est complexe. Le Ministère de l'Environnement n'a pas eu la tâche facile de quantifier dans l'ensemble toutes les émissions des sources recensées en raison de l'absence des données précises d'autant plus que le problème de l'air et de l'atmosphère n'est pas encore une préoccupation majeure des exploitants dans les industries et diverses autres activités.

Pour élaborer son plan d'action environnemental (PNAE), le Ministère a fait usage des calculs des bilans matières, de stoéchiométrie des masses et des formules empiriques élaborées par des pays étrangers comme la Suisse et l'Australie.

Tableau 2. Synthèse pollution de l'air, conséquences

Secteur	Activités	Nature de pollution, problématique	Conséquences et maladies liées aux problèmes
Agricole	Feux de brousse (savane, steppe, forêts, déchets agricoles)	Emission des gaz à effet de serre : CO ₂ , SO ₂ , CH ₄ H ₂ O, NO _x , qui modifient la composition chimique, physique et biologique de l'air et de l'atmosphère	-Entraîne une augmentation de l'effet de serre -Elévation de la température -Forçage du système climatique : pluviométrie baisse de 1400 à 1000mm -Modification des rayons UV B entraîne le cancer de la peau -Détérioration de la couche d'ozone -Infection des voies respiratoires par la fumée -Présence de beaucoup d'éléments cancérigènes dans les

Engrais et pesticide	Emission des gaz à effet de serre et gaz nocifs lors de la décomposition par les micro-organismes et autres réactions chimiques	fumées. Beaucoup d'éléments cancérigènes, toxiques qui peuvent entraîner la silicose et les infections des voies respiratoires
Riziculture irriguée	Source importante de dégagement du CH ₄ par l'action microbienne anaérobie dans le sol.	Formation d'H ₂ O par oxydation du CH ₄ avec l'OH dans la stratosphère, augmentation de l'effet de serre. Changement climatique, modification de rayon UVB, détérioration de la couche d'ozone

1. Pollution par les gaz à effet de serre et leurs impacts

Les principaux gaz à effet de serre ne sont pas les constituants de l'atmosphère l' N_2 et l' O_2 , mais la vapeur d'eau, le CO_2 , le CH_4 , le NO_2 , le SO_2 , CO et depuis quelques années les chlorofluorocarbures (CFC).

Les concentrations atmosphériques de ces gaz ont connu des variations au cours des diverses époques géologiques. Durant le millénaire qui a précédé la révolution industrielle, elles sont restées relativement constantes.

L'industrialisation et les nouvelles pratiques agricoles et l'utilisation des terres, combinées à l'accroissement de la population mondiale, qui s'augmente tous les dix ans ont accru de façon importante les émissions de certains gaz à effet de serre.

a. Gaz à effet de serre

Tout accroissement de l'abondance de gaz dans l'atmosphère aura tendance à élever la température moyenne de l'air à la surface du globe ; il s'agit d'un effet de serre.

Ces gaz modifient l'équilibre entre l'énergie solaire absorbée par la terre et celle que cette dernière émet sous forme de rayonnement infrarouge.

En effet, un bilan énergétique moyen à échelle du globe montre habituellement qu'environ la moitié du rayonnement solaire absorbée au niveau de la surface terrestre.

Ce rayonnement réchauffe cette surface qui émet ensuite de l'énergie dans la région de l'infrarouge thermique (4-100 μ m), de substances présentes dans l'atmosphère terrestre abordent ce rayonnement et le remet vers l'espace ou vers la terre. Ce rayonnement émis vers la terre la réchauffe davantage : c'est l'effet de serre de base.

Tableau 3. Principaux gaz de serre en République Démocratique du Congo

Gaz à effet de serre	Agriculture	Industrie	Energie	Ets humains
CO2	XX	XX	XX	XX
SO2	X	X	X	X
CH4	XX	XX	XX	XX
N2O	XX	XX	X	X
CFC	X	X	X	X
CO	X	X	XX	X
H2O (vapeur)	XX	XX	XX	XX

Légende : X niveau moyen

XX niveau important

b. Les conséquences et impacts dus aux émissions des gaz à effet de serre

- Les changements climatiques
- Les pluies acides dues aux anhydrides (par ex. le SO₃)
- La détérioration de la couche par les réducteurs (ex. le CO, les NO_x)

3.4.3. Les vents

L'atmosphère intéresse l'agriculture non seulement par sa composition mais aussi par les mouvements de l'air ou vents, dont les effets sur les végétaux sont étudiés en écologie générale. En agriculture, quand on parle du vent, on voit surtout ses dégâts sur les plantes et son action érosive.

Parmi les méfaits du vent sur les végétaux, nous citerons :

- La verse de certaines plantes (céréales et bananier par exemple)
- La déchirure des feuilles larges de certaines monocotylées (ex. bananier) résultant en une réduction de la capacité photosynthétique d'où la chute de rendement
- La chute des fleurs et des jeunes fruits
- La déformation ou inclinaison du tronc (hévée)
- La cassure des branches et troncs de certains arbres
- Le déracinement et la chute des certaines arbres
- La dissémination des maladies
- L'érosion éolienne

Le vent, comme la pluie, emporte les particules des surfaces des sols nus et secs provoquant l'érosion éolienne.

Par son mouvement, l'air joue un rôle dans la dispersion de certaines maladies, en disséminant des spores par exemple (cochenille du manioc). Mais le vent assure aussi la dispersion du pollen des plantes anémophiles (ex. maïs).

Pour lutter contre les effets du vent sur les cultures, les principales solutions agricoles sont :

- L'utilisation de variétés naines : le nanisme est ainsi un des critères importants de sélection chez les plantes susceptibles à la verse
- Le tuteurage (ex. bananier)
- L'établissement de coupe ou brise-vents. Un coupe-vent est une bande de végétation plantée densément, perpendiculairement à la direction des vents dominants, dans le but de réduire la vitesse du vent près du sol. l'efficacité du coupe-vent dépend non seulement de son orientation mais aussi de sa hauteur, sa densité et sa composition. Sa hauteur dépend de celle de la planté cultivée. Le brise-vent ne doit être ni trop perméable, ni trop dense. Dans le premier cas, il n'offre pas suffisamment de résistance au vent, tandis que dans le second, il se forme des tourbillons entre 5 et 10 H. H étant la hauteur du mur. Une porosité de 50% est

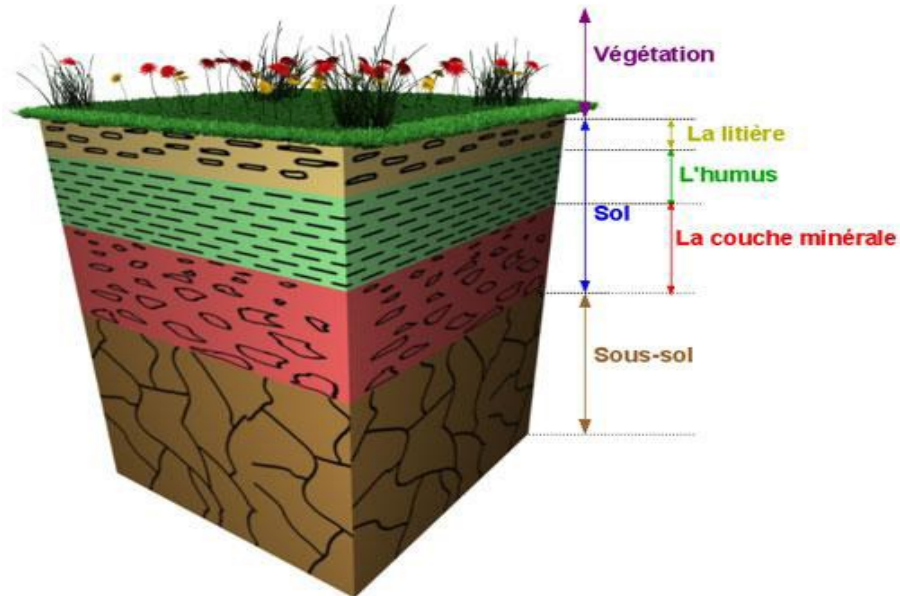
considérée comme l'optimum. En ce qui concerne l'épaisseur du mur, 2 à 3 lignes d'arbres suffisent habituellement.

La réduction de la vitesse du vent persiste jusqu'à une certaine distance du mur, 30-50 H ; au-delà, le vent recouvre sa vitesse. Aussi, sur de grandes étendues, plante-t-on une série de murs tous les 20 à 25 H. les espèces à utiliser comme coupe-vents doivent avoir les caractéristiques suivantes :

- Une bonne résistance de vent
- Un enracinement profond, avec un développement latéral limité, de manière à réduire la concurrence avec la culture principale ;
- Une couronne étroite de manière à limiter l'ombrage aux plantes avoisinantes ;
- Des feuilles vivaces, sinon l'effet est nul en saison sèche ;
- Une croissance rapide ;
- Une certaine valeur, par exemple alimentaire.

En conclusion au chapitre III, nous dirons que le climat représente un facteur déterminant en agriculture, mais sur lequel l'homme a peu ou pas de contrôle. L'attitude de l'agronome sera essentiellement de bien choisir le climat qui convient à une plante donnée, ou inversement, de placer chaque culture dans le milieu qui lui convient le mieux. Cependant, certains aménagements sont possibles, notamment en ce qui concerne le facteur eau, de loin le plus critique sur la production.

CHAPITRE 4. LE SOL ET L'AGRICULTURE



Titre: Schéma d'une coupe de sol

Figure 4 : coupe du sol

Introduction

Plus que le climat, le sol est susceptible de manipulation par l'homme. Le climat définit, pour une plante donnée, la possibilité de croître et de se développer dans une région donnée. Le sol par contre détermine le niveau de la production.

Pour les végétaux, le sol constitue le support et le milieu nourricier en ce qui concerne l'eau et les substances minérales.

Notons cependant qu'on peut se passer du sol en culture hydroponique.



Figure 5 : fibre de coco utiliser comme support de culture

Le sol influence la croissance des plantes par ses effets sur l'habilité des graines à germer, la taille et la vigueur des organes végétatifs, la profondeur du système racinaire, la susceptibilité à la sécheresse, le nombre de fleurs par la plante, le cycle végétatif.

Il en résulte que le sol est un facteur très important du rendement. D'où l'importance accordée en agriculture aux travaux et à l'amélioration du sol.

L'influence du sol sur le rendement est fonction de ses caractéristiques physiques, chimiques et biologiques. Ces propriétés sont étudiées dans des cours divers, et ne le seront pas ici. Notre objectif est de faire le pont entre les caractéristiques édaphiques et la production agricole.

4.1. Les caractéristiques physiques du sol

En pédologie, on définit de nombreux paramètres physiques du sol, parmi lesquels nous retiendrons la texture, la structure et la profondeur. La topographie ou le relief du terrain intéresse également l'agriculture.

4.1.1. La texture et la structure

La texture désigne les proportions des différentes fractions granulométriques du sol (sable > 50 μ > limon > 2 μ > argile).

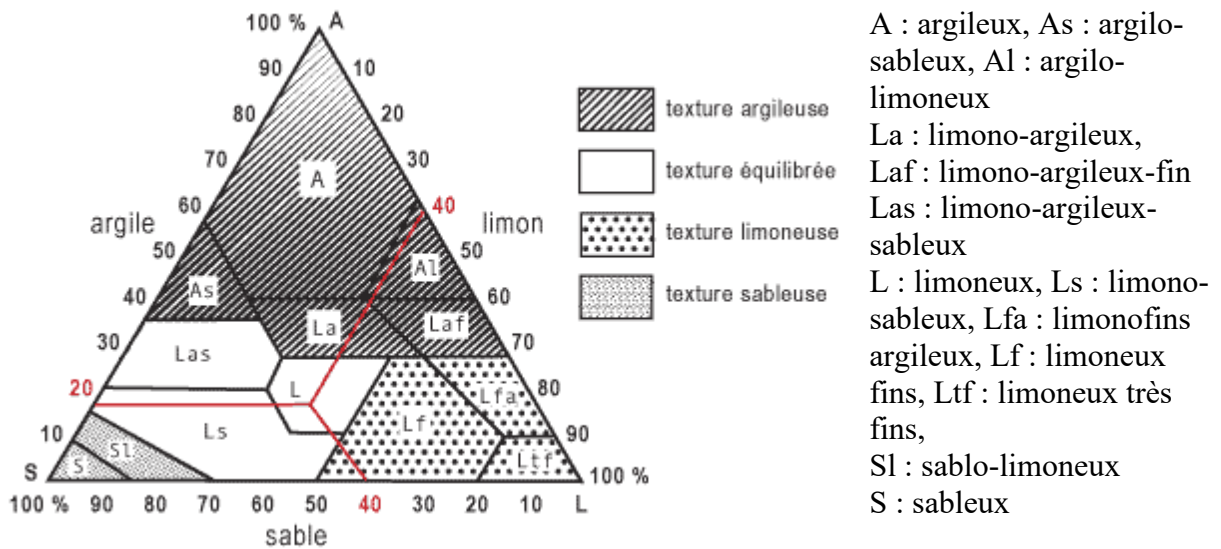


Figure 6 : texture du sol

Par contre, la structure traduit le mode d'arrangement des agrégats du sol. En fait, ces 2 notions sont liées, puisque les sables grossiers n'adhèrent pas les uns aux autres, tandis que les éléments très fins constituent une masse très continue. La texture et la structure déterminent de nombreuses propriétés qui intéressent l'agriculture, notamment :

- a. La susceptibilité du sol à l'érosion : à cause de la nature généralement sableuse des sols tropicaux ; mais aussi de la forte intensité des pluies, l'érosion constitue ainsi un des problèmes majeurs en agriculture tropicale ;
- b. La porosité et la perméabilité : ces propriétés conditionnent :
 - La circulation de l'eau et de l'air (rappelons que les sols asphyxiants ne conviennent pas à la plupart des plantes cultivées) ;
 - La pénétration des racines
 - Le développement et l'expansion des organes souterrains, notamment des « racines et tubercules » (manioc, igname) et des fruits géocarpiques (arachide, voandzou) ;
- c. La capacité de rétention pour l'eau : celle-ci est en général faible dans les sols légers, et la conservation de l'eau du sol constitue ainsi un des grands problèmes en agriculture tropicale, les sols se desséchant très vite.

4.1.2. La profondeur

Elle concerne l'épaisseur exploitable par les racines. Elle peut être limitée par une nappe d'eau ou par une couche non perméable aux racines, par exemple une cuirasse ferrugineuse ou des pierres. La profondeur du sol affecte celle du système racinaire. Dans un sol peu profond, la croissance des racines en profondeur sera limitée, partant le volume de sol exploité par les racines. Il s'en suit, pour les plantes à enracinement profond, une croissance et une production réduites, ainsi qu'une forte susceptibilité au vent.

Lorsque la profondeur du sol est limitée par une nappe d'eau, il est possible de baisser celle-ci par le drainage. On peut remédier à la présence d'une couche imperméable dans le profil par le sous-solage, qui consiste à briser le sous-sol, mais sans le retourner.

4.1.3. La topographie

Le relief d'une région revêt une grande importance agricole. Le relief idéal en agriculture est un relief plat. Aussi, là où le choix est possible, donnera-t-on la préférence à ce type de terrain. Un terrain accidenté impose en effet des limitations et des méthodes particulières, en ce qui concerne notamment.

- Le type de cultures praticables (riz irrigué et palmeraie)
- Le mode de culture : sur les terrains en pente, la principale contrainte est l'érosion, et cela implique des méthodes culturales appropriées.
- La répartition des cultures : sur un terrain incliné, on constate que l'humidité du sol décroît quand on monte. Ainsi, là où la saison sèche est marquée, les cultures non saisonnières seront de préférence placées en bas de la pente, plus humide de manière à avoir une certaine production en saison sèche. Le sommet de la pente sera occupé par des plantes saisonnières qui, au début de la saison sèche, sont à la fin de leur cycle de développement.
- L'utilisation des machines agricoles : la mécanisation constitue un des atouts de l'agriculture moderne ; mais son emploi est limité sur les terrains accidentés.



Figure 7 : présentation d'érosion du sol

4.1.4. Amélioration des propriétés physiques du sol

4.1.4.1. La lutte contre l'érosion

L'érosion constitue, ainsi qu'il a déjà été noté, une des principales contraintes en agriculture tropicale. Son incidence est cependant plus grande sur les terrains en pente, sur lesquels des mesures spécifiques s'imposent.

Parmi les méthodes générales de lutte contre l'érosion, nous citerons :

- a. La couverture du sol par une végétation permanente dans les plantations pérennes : il s'agit soit d'une plante de couverture, soit du recrû forestier (régénération naturelle). Outre la protection du sol, la plante de couverture améliore l'infiltration des eaux de pluie, enrichit le sol en matières organiques et en azote s'il s'agit d'une légumineuse. Mais la plante de couverture présente l'inconvénient de concurrencer la culture principale pour l'eau et les substances minérales. Pour réduire cette concurrence, la plante de couverture doit être rabattue régulièrement. De plus autour du pied, on pratique le sarclage en cercle (ring weeding). Le plus souvent, on utilise des légumineuses rampantes comme *Pueraria javanica* et *Centrosema pubescens*. Les espèces utilisées doivent remplir les conditions suivantes :
 - Avoir un enracinement bien développé, de manière à fixer le sol et ramener les éléments nutritifs en surface ;

- Produire une couverture dense
 - Avoir une croissance rapide pour étouffer les mauvaises herbes
 - Se reproduire facilement ;
 - Ne pas subir les attaques des parasites de la culture principale
- b. La couverture du sol par la paille : le paillage ou mulching est une pratique très ancienne et consiste à couvrir le sol par une matière destinée à protéger dans le but d'accroître la production (comme le dit un dicton, si un binage vaut deux arrosage, un paillage en vaut dix). Traditionnellement, on emploie la paille. On peut aussi utiliser les résidus des récoltes, des feuilles mortes, des déchets divers, et même des produits non végétaux comme cailloux ou des matières synthétiques (papier polyéthylène). Cette technique constitue aussi une bonne solution à d'autres problèmes de l'agriculture tropicale, notamment.



Figure 8 : Paillage dans une culture de pomme de terre

- Le contrôle des mauvaises herbes qu'il prive de lumière
- La conservation de l'eau du sol, grâce à l'augmentation de l'infiltration et la diminution de l'évaporation ; dans une expérience réalisée à Yangambi, 8 jours après la pluie, le sol paillé avait retenu 3 fois plus d'eau que le sol nu ;
- L'apport de matières organiques et d'éléments fertilisants. Tout cela résulte en l'accroissement de la production (Y=83% dans l'expérience précitée).

- Mais le paillage pose le problème de ramassage et de transport d'une quantité importante de matière (4-6 t/ha). En outre, il présente les inconvénients suivants :
 - Le risque d'incendie
 - Les racines ont tendance à s'accumuler en surface, et deviennent très vulnérable en cas d'une longue sécheresse
 - Les petites pluies ne servent qu'à mouiller la paille, et n'atteignent pas le sol.

Dans l'ensemble cependant, cette pratique reste bénéfique. Les méthodes spéciales de lutte contre l'érosion, particulièrement sur les terrains inclinés comprennent :

- La culture selon les courbes de niveau (ligne de plantation perpendiculaires à la pente)
- La culture en ligne jumelées
- Une densité de plantation élevée
- La culture en terrasses
- L'installation de haies anti-érosives, disposées entre les lignes de la culture principale. On utilise à cet effet des légumineuses érigées comme *Leucaena glauca*, *Indigofera errecta*, *Crotalaria agathiflora*. Comme les plantes de couverture, les haies anti-érosives doivent être rabattues régulièrement.

4.1.4.2. Le labour

Le labour consiste dans le retournement, plus ou moins complet, d'une bande de terre, de largeur et de profondeur variables ; au cours de l'opération, la bande de terre, peut se trouver plus ou moins effritée. En agriculture européenne, le labour représente une des opérations classiques du travail du sol. Parmi ses nombreux avantages, on peut citer :

- L'ameublissement du sol ; cela améliore la circulation de l'air et de l'eau, et permet une meilleure pénétration des racines ;
- Le contrôle des mauvaises herbes, dont les graines sont enterrées ou les rhizomes détérrés ; ceci constitue le but premier du labour ;
- L'enfouissement des résidus des récoltes, des engrais, des pesticides ;

- Le contrôle de certains parasites qui sont exposés à l'action des facteurs du milieu, notamment des ennemis naturels (larves, œufs...);
- Le labour en billons suivant les courbes de niveau permet le contrôle de l'érosion sur les terrains en pente.

Sous les tropiques, le labour est une pratique peu courante, sauf en savane où son emploi est indispensable pour extirper les racines et rhizomes des graminées. Cette faible extension du labour apparaît non seulement comme une question de moyens, car le labour est coûteux, mais aussi une adaptation aux conditions locales, notamment à la forte érosivité des sols. Notons que dans les régions tempérées où le labour est généralisé, les sols sont généralement lourds et leur ameublissement indispensable.

Dans les régions tropicales, le labour devrait être pratiqué uniquement sur les sols lourds. Sur les sols légers, il présente les inconvénients suivants :

- Augmente la susceptibilité des sols à l'érosion
- Accélère le dessèchement du sol : dans une expérience sur le maïs à Yangambi, Mola (1981) a obtenu les résultats suivants en ce qui concerne le pourcentage d'humidité.

Tableau 4. Pourcentage d'humidité

Jours après la pluie	Sol non labouré	Sol labouré
2	1,82	1,30
4	1,64	0,90
6	1,17	0,65
8	0,95	0,40

Compte tenu du coût et des inconvénients du labour, il s'est développé au cours des dernières années une école en faveur du non-labour. Lorsque en même temps, on paille le sol, on parle de « minimum (ou zéro, ou non) tillage ».

En agriculture traditionnelle, le labour est manuel, effectué à la boue ou à la bêche, la labour de grandes étendues nécessite l'emploi d'une charrue tirée par un tracteur. Au cours des machines agricoles, on décrira ces diverses machines.

Suivant leur profondeur, on distingue 3 types de labour :

- Les labours légers ou superficiels : 10 – 12 cm
- Les labours moyens ou ordinaires : 15 – 25 cm
- Les labours profonds : plus de 25 cm

Contrairement à la tradition répandue en Europe, selon laquelle le labour doit être aussi profond que possible, dans la plupart des cas, les labours moyens donnent les meilleurs rendements, comme en témoignent les chiffres suivants :

Profondeur du labour et rendement (Apsii, 1935), moyenne de 7 années :

Profondeur du labour (cm)	10	15	20	25	30	25+5(sous-solage)
Rendements relatifs	100	103	106	110	104	103

Selon la forme superficielle des labours on distingue aussi 3 types :

- Le labour à plat
- Le labour en planches
- Le labour en billons (figure 3)

Les deux derniers sont surtout utilisés dans le but de lutter contre l'excès d'eau (sols humides) ou contre l'érosion (terrains inclinés).



Figure 9 : Labour en billons

Quant à l'orientation du labour, sur les terrains plats, elle peut être quelconque ; là où l'érosion est à craindre, le labour sera orienté le long des courbes de niveau, perpendiculairement à la pente. La préparation du sol s'achève, après le labour, par le hersage et le roulage. Le hersage a les buts suivants :

- Briser les grosses mottes de terre
- Nivelier le sol
- Eviter une dessiccation trop rapide du sol
- Enfouissement superficiel de certains amendements : chaux, engrais, pesticides
- Enfouissement superficiel des semences après un semis à la volée
- Destruction des mauvaises herbes

Le roulage vise :

- A parfaire l'émiettement de la couche superficielle
- A parfaire le nivellement
- A tasser le sol, de manière à permettre un bon contact entre le sol et les semences et réduire à l'évaporation.

4.1.4.3. Le drainage

On distingue 3 causes d'excès d'eau dans un sol :

- La présence d'une nappe d'eau permanente
- L'existence, en profondeur, d'un horizon imperméable
- Des venues d'origine extérieure au champ

A chaque cause correspondent des méthodes de lutte propres, dont les détails sont étudiés en améliorations foncières.

En ce qui concerne la première cause, la méthode usuelle consiste à creuser des fossés suivant un réseau ramifié dont la pente est continue et dont l'extrémité se trouve en un point bas appelé exutoire et relié à une artère découlement de l'eau. L'eau en excès devra donc être déversée dans un ruisseau ou une rivière. Ce réseau d'évaluation finale conditionne l'efficacité du drainage (figure 4).

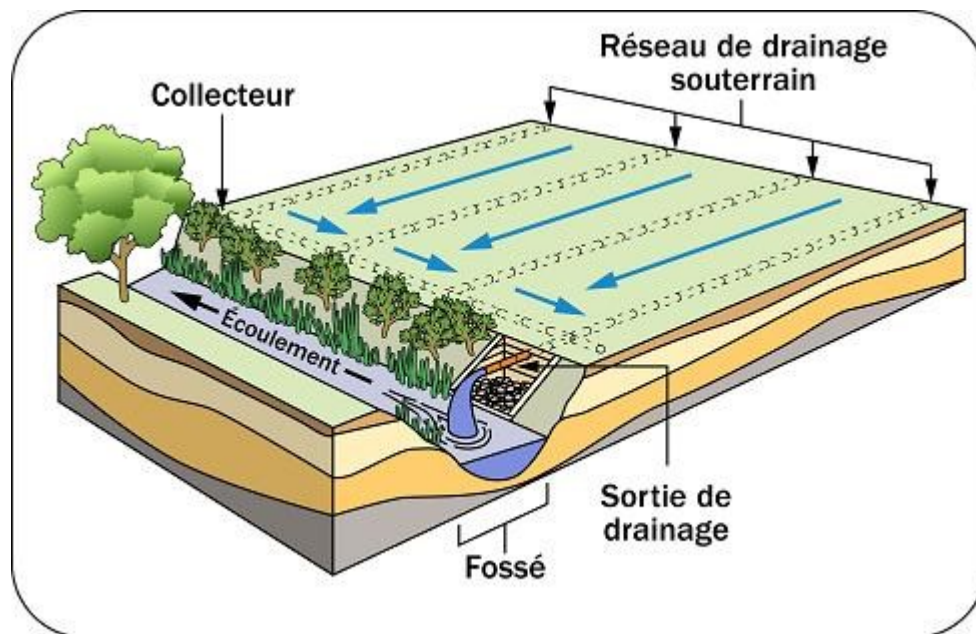


Figure 10 : Réseau de drainage

Il existe deux sortes de drains : les drains à ciel ouvert et les drains enterrés. Les drains à ciel ouvert prennent de la place, constituent un obstacle au passage et sont coûteux à entretenir. Les drains enterrés sont garnis de fagots enfouis ou de pierres plates disposées les unes sur les

autres. Ils sont plus chers, plus délicats à surveiller, mais durent plus longtemps et n'encombrent pas le sol.

Pour réaliser un bon réseau de drainage, il faut déterminer la profondeur des drains leur largeur et leur espacement.

On peut aussi lutter contre l'excès d'eau par l'aménagement du terrain en planches ou billons.

4.2. Les caractéristiques chimiques du sol

Elles concernent notamment les réserves minérales, la teneur en matière organiques et le pH.

4.2.1. Les réserves minérales

La plante puise dans le sol de nombreuses substances minérales essentielles à son métabolisme. Ces substances sont classées en deux groupes :

- Macro-éléments : N, P, K, Ca, Mg, S et
- Micro-éléments : Fe, Zn, Co, Mn, B, Mo, Cu.

La teneur du sol en chacun de ces éléments, leurs proportions et leur disponibilité pour la plante sont des facteurs influençant la croissance des végétaux. La carence ou l'excès de l'un ou l'autre de ces éléments se manifeste par des symptômes divers et spécifiques dont l'effet est la réduction des rendements.

En exportant ces éléments, la plante appauvrit le sol, et le rend de moins apte à supporter de nouvelles cultures. Aussi le maintien d'une productivité élevée du sol implique la restitution des éléments exportés par les récoltes. La régénération du sol peut se faire soit par la sa mise en jachère soit par la fumure.

4.2.1.1. La jachère

La mise du sol en repos constitue la méthode la plus ancienne de restaurer sa fertilité. Elle représente encore la principale technique utilisée sous les tropiques. Durant la jachère, la végétation puise à différentes profondeurs des substances nutritives qui, à la suite de la décomposition des feuilles, branches et troncs, se retrouvent dans le sol de surface. Ce système est très économique, puisqu'il ne demande aucun travail. Mais il suppose que la terre soit abondante. La régénération du sol par cette méthode est très longue, exigeant jusque 20

ans. Il en résulte, qu'à la réouverture, on se retrouve avec les gros travaux de défrichage et d'abattage, et cela nécessite d'allonger la durée d'exploitation du sol, notamment par le recours à la fertilisation.

4.2.1.2. La fumure

Nous distinguerons la fumure organique, la fumure minérale et l'inclusion des plantes enrichissantes dans la rotation.

4.2.1.2.1. La fumure organique

Elle apporte non seulement des éléments nutritifs, mais aussi de la matière organique, et joue un rôle important sur les propriétés physiques et biologiques du sol. Parmi les engrais organiques, nous examinons le fumier de ferme, le compost, les engrais verts et le mulch.

a. Le fumier de ferme

C'est le mélange des déjections des animaux avec les pailles des litières ; ce mélange n'est utilisé que lorsqu'il est bien décomposé. En Afrique, on trouve plutôt le « fumier de Kraal », de moindre qualité, et constitue par les excréments des animaux tombés à même le sol, et de ce fait mélangés à de grosses quantités de terre, et pas protégés des pluies et du soleil. La composition du fumier de ferme est très variable. D'analyses faites au Nigéria, il ressort qu'il contient :

- 24,4 à 70,8 % d'eau
- 1,03 à 2,12 % d'azote
- 0,49 à 1,30 % de P_2O_5
- 2,33 à 5,54 % de K_2O

Les quantités optimales varient avec la fertilité native du sol et le type de culture. Des expériences réalisées en Afrique de l'Est ont montré qu'il faut appliquer 2,5 t/ha an, soit 7,5 t/ha tous les 3 ans ou 12,5 t/ha tous les 5 ans, ces différentes modalités étant équivalentes. Au nord au Nigeria, le maintien de la fertilité requiert 5 fois plus de fumier. Pour des raisons d'hygiène, et pour réduire les pertes d'azote par la volatilisation, le fumier de ferme doit être enfoui. Du fumier bien décomposé est appliqué peu de temps avant la plantation lorsqu'il l'est moins, on conseille de l'appliquer à la fin de la saison des pluies. Malgré ses mérites, le

fumier de ferme est d'un emploi limité au Congo, à cause du faible développement de l'élevage.

b. Le compost ou fumier artificiel

C'est le mélange bien décomposé constitué d'ordure ménagères, de résidus de récolte, de mauvaises herbes et tout autre déchet végétal, avec ou sans additions d'une certaine quantité de déjections d'animaux. La valeur du compost varie avec les matières premières. Les analyses de 5 composts composés de déchets de ménage, d'adventices et de graminées ont montré la composition suivante au Nigéria :

- Eau : 21,9 à 50,4 %
- N : 0,43 à 0,91%
- P₂O₅ : 0,16 à 0,56%
- K₂O : 0,42 à 2,7%

Par sa composition, le fumier artificiel est de qualité moindre que le fumier de ferme ; d'où les quantités requises sont-elles plus élevées. En Afrique, l'utilisation du compost est très limitée, à l'opposé de ce qu'on rencontre en Asie, particulièrement dans les zones surpeuplées. Compte tenu des quantités nécessaires, l'emploi du compost à grande échelle n'est possible que sur de petites étendues (horticulture).

Selon Howard, l'humus est un produit dont le rapport C/N est d'environ 10/1 et provenant de déchets végétaux et animaux ayant un rapport C/N de 33/1. La transformation, réalisée par des champignons et des bactéries, s'accompagne d'un dégagement de CO₂ et exige une quantité correspondante d'O₂ atmosphérique ; de plus, les organismes en causes dans l'élaboration de l'humus ont besoin d'eau, d'une base neutralisant l'acide en excès, de minéraux surtout d'azote.

Les conditions indispensables à la décomposition rapide des résidus organiques sont :

- Le matériel doit avoir une faible teneur en lignine, car plus celle-ci est abondante, plus la décomposition est lente ;
- Le matériel doit être bien découpé ;

- Pour les matériaux pauvres en N, un apport de cet élément sous forme de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ est indispensable ;
- Un pH proche de la neutralisation ; on y arrive par chaulage ou addition de cendre de bois ;
- Une bonne aération et une bonne humidité du tas (arrosage si nécessaire) ;
- Une température élevée, comprise entre 30 et 45°C ;
- Un mélange de matériaux se décompose plus rapidement qu'un seul produit.

Les matériaux sont disposés par couche successives, en tas ou dans une fosse et subissent une série de recoupages ou retournements et d'arrosages. Pour accélérer la fermentation, on l'amorce en introduisant dans la masse, entre les couches successives, du fumier ou du compost déjà fait. Dans les bonnes conditions, on obtient du compost fait en 3-4 mois.

c. Les engrais verts

Un engrais vert est une plante cultivée dans une rotation de plantes annuelles, pour être enfoui, ou temporairement, dans une plantation, dans le même but.

Comme pour les plantes de couverture, on utilise généralement des légumineuses. ces plantes permettent des augmentations appréciables de rendement. Ainsi, en culture de maïs, l'alternance avec un engrais vert permet de doubler le rendement par rapport à la culture continue.

Tableau 5. Rendement par rapport à la culture continue.

Système	Période	Nombre de cultures de maïs	Rendement de maïs (bacs/ha)	
			Total	Moyen
Maïs en continu	1928-50	22	330	15
Maïs alterne avec F.V	1928-50	14	467	33

NB. L'effet de l'engrais vert sur le sol varie entre autres en fonction de l'état de maturité de matériel. Du matériel jeune enrichit surtout le sol en azote, tandis que ligneux, il apporte surtout de l'humus. On utilise de préférence le premier type de matériel.

L'influence de l'engrais vert est en général de courte durée. Souvent déjà à la 2^e récolte après l'enfouissement, on observe une l'humus de rendement de près de 50%.

Il est essentiel, au moment de l'enfouissement, que le sol soit humide, de manière que la décomposition démarre convenablement. La culture suivante devra être installée ni trop tôt ni trop tard après la mise de l'engrais vert sous terre. Pas trop tôt parce qu'on constate que la période correspondant à la première phase de la décomposition est défavorable à la germination et à la croissance des jeunes plantes. Si la plantation a lieu trop longtemps après l'enfouissement, il y a risque que l'azote libéré soit déjà perdu avant la mise en place.

d. Le paillage

Dont il a été question au-point 4.1.4.1 ; une expérience réalisée à Yangambi sur le paillage du maïs a donné les résultats suivants :

- Sur le sol non labouré :
 - Nu : 1,70 kg/parcelle
 - Couvert : 3,46 kg/parcelle (rendement doublé)
- Sur sol labouré
 - Nu : 2,05 kg/parcelle
 - Couvert : 4,00 kg/parcelle (rendement doublé)

4.2.1.2.2. La fumure minérale

Le recours à la fumure organique est pratiqué sur de petites étendues. Sur de grandes surfaces, elle pose le problème d'approvisionnement, compte tenu des énormes quantités requises. Dans la pratique, on constate cependant que le maintien de la fertilité du sol exige à la fois la fumure organique et la fumure minérale, ainsi que l'illustre l'expérience suivante sur la pomme de terre :

Tableau 6. Combinaison de l'engrais et la fumure organique

Engrais	Témoin	N	K	NK
Sans fumier de ferme	10,0 t/ha	11,0	16,3	20,8
Avec fumier de ferme	23,2	27,8	23,8	28,8

La fumure minérale constitue à coup sûr un des grands progrès de l'agriculture moderne. Elle a permis non seulement d'accroître les rendements (en les 2x, 3x ou même plus), mais aussi de les maintenir, rendant ainsi la culture permanente possible (abandon de la culture itinérante).

Au cours de fertilisation, on verra que les principaux éléments apportés aux cultures sont l'azote, le phosphore et le potassium (NPK).

Rôle de ces trois principaux éléments dans la fertilisation :

Azote (N) : il présente 1 à 40 % de la matière sèche végétale, est prélevé dans le sol sous forme soit nitrique (NO_3) soit ammoniacale (NH_4^+), et se combine aux composés du métabolisme des hydrates de carbones de la plante pour donner des acides aminés et des protéines. L'azote est le moteur de la croissance végétale. Etant le constituant essentiel des protéines, il intervient dans les principaux processus de développement de la plante et de détermination du rendement. Un bon apport d'azote à la plante est important pour l'absorption d'autres éléments nutritifs.

Phosphore (P) : le phosphore dont la plupart des sols sont mal pourvus, compte pour 0,1 à 0,4% de la matière sèche. Il joue un rôle déterminant dans le transfert d'énergie. Aussi est-il indispensable à la photosynthèse et aux autres processus, chimico-physiologiques de la plante. Il est essentiel à la différenciation cellulaire et au développement des jeunes tissus à partir desquels se fait la croissance de plante (méristème).

Potassium (K) : il se trouve en solution dans le suc cellulaire et compte pour 1 à 4% de la matière sèche de la plante. Ses fonctions sont multiples. Il active plus de 60 enzymes (substances chimiques qui gouvernent la vie), jouant ainsi un rôle vital dans la synthèse des hydrates de carbone et des protéines. Il améliore le régime hydrique de la plante et accroît sa

tolérance à la sécheresse, au gel et à la salinité. Les plantes bien fournies en potassium sont moins réceptives aux maladies.

Selon la culture et les conditions locales, on peut aussi apporter d'autres éléments majeurs comme le Ca et mg (chaulage des sols acides) ou le S. l'apport des micro-éléments peut aussi se révéler bénéfique. Dans une expérience sur le maïs à Yangambi, on a obtenu les résultats suivants :

Témoin sans micro-éléments : 996 kg :ha

Avec micro-éléments : 2009 (oligo-éléments apportés par inhibition des graines).

Les engrais ne constituent pas une solution miracle au problème alimentaire mondial. Pour être pleinement efficace, la fumure minérale doit être accompagnée d'autres conditions parmi lesquelles :

- Beaucoup d'eau : là où la pluviosité est faible, on ne peut profiter réellement des engrais qu'à condition d'irriguer ;
- La conservation du sol et de l'eau ;
- Des méthodes culturales appropriées, notamment une bonne rotation, surtout le respect des dates de semis, le contrôle des mauvaises herbes, des densités de plantation optimum, l'utilisation d'un matériel de plantation à haut rendement, le contrôle des maladies et des insectes...

4.2.1.2.3. Les cultures enrichissantes

Il a déjà été dit que l'azote constitue l'élément nutritif le plus limitant en agriculture. Ceci justifie l'intérêt de l'inclusion des légumineuses dans la rotation.

NB. Dans un sol riche en N, la plante tire cet élément essentiellement du sol, et la fixation symbiotique est faible. Par contre, lorsque le sol est pauvre en N, la fixation symbiotique devient importante. L'azote fixé dans les nodules se retrouve, comme celui provenant du sol, dans tous les organes de la plante, mais surtout dans les graines. Cependant, même si celles-ci sont récoltées, l'incorporation au sol de la partie végétative contribue à relever la teneur du sol en N. cela se traduit par le fait que la plupart des cultures voient leur rendement accru après une légumineuse.

Sous les tropiques humide, à cause notamment du lessivage intense des bases échangeables (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+), les sols sont généralement acides, avec des pH souvent inférieurs à 5,5. Dans ces conditions, on constate souvent des carences en MO, Mg^{++} , Ca^{++} et P. En outre, l'acidité s'accompagne de doses toxiques d' Al^{3+} , qui empêchent la croissance normale des racines de beaucoup de plante, par ex. de la canne à sucre.

Il est essentiel, dans ces sols, de relever le pH. La méthode classique à cet effet est le chaulage, technique déjà connue 200 ans avant J.C. il se fait par application de chaux ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), de calcaire (CaCO_3) ou la dolomite ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$). Ces applications non seulement corrigent l'acidité à appliquer varie avec la nature du sol et le type de culture. Selon Demolon (1952), les quantités de CaO nécessaire par Ha pour élever le pH d'une unité sont :

Pour les terres sableuses : 1 à 2 t

Limons (10-20 %) : 2-3 t

Terres forte et humifères : 3 à 5 t

Par contre, le pH peut être réduit en utilisant par exemple le sulfate d'ammonium. Le pH affecte aussi l'activité microbienne dans le sol. Ainsi, dans un sol acide, la plupart des bactéries de cycle de l'azote sont peu active. C'est le cas des bactéries fixatrices d'azote. Cela explique en partie la fixation de N moindre sous les tropiques que dans les régions tempérées. L'effet du pH sur la vie microbienne explique aussi que certaines maladies fongiques se développent uniquement dans les sols acides, tandis que d'autres prolifèrent seulement dans les sols alcalins.

4.3. Les caractéristiques biologiques du sol

Le sol est loin d'être, contrairement aux apparences, un milieu inerte ; il constitue un milieu vivant. La vie du sol est étudiée en biologie du sol. On trouve dans le sol aussi bien des animaux macroscopiques que des micro-organismes. Parmi les premiers, il y a des animaux creusant des galeries, des vers de terre, des insectes (notamment des larves). Comme micro-organismes, on rencontre des bactéries, champignons, actinomycètes, mycorhizes (associations entre champignons et racines), nématodes, myxomycètes, et protozoaires. Ces organismes jouent dans le sol et sur les végétaux des rôles divers :

- Une modification des propriétés physiques du sol : les canaux, tubes et terriers contribuent à accroître la porosité du sol ; ces organismes brassent et mélangent les divers constituants du sol ;
- Ils jouent un rôle irremplaçable dans la production de l'humus, en décomposant les matières organiques ;
- Ultérieurement, ils interviennent dans le cycle des éléments minéraux du sol, par exemple de l'azote et du carbone (bactéries nitrifiantes) ;
- Les mycorrhizes, chez le cacaoyer et *Gnetum africanum* (mfumbua) participent dans la solubilisation du phosphore et donc dans la nutrition des plantes en cet élément ;
- De nombreux micro-organismes du sol fixent l'azote atmosphérique et enrichissent le sol en azote. Il peut s'agir d'organismes libres, comme les algues bleu-vert dans les rivières, certaines bactéries (*Azotobacter*, *Clostridium*) et certains champignons. Mais la plus grosse quantité d'azote fixé l'est par des organismes vivant en symbiose avec certaines plantes, principalement les légumineuses, exemple les bactéries du genre *Rhizobium*. Les quantités d'azote fixé varient avec les espèces et les conditions de croissance : le climat (tempéré > tropical), la teneur du sol en N (pauvre > riche), le pH du sol (élevé > bas), la teneur du sol en eau (optimum à la capacité au champ), le degré d'aération du sol (aéré > peu aéré), la richesse du sol en certains éléments minéraux (Ca, K, P, Mo). En climat tempéré, les quantités d'azote fixé sont généralement supérieures à 100 Kg/N/ha an ; des quantités de 539 ka N/ha/an ont même été enregistrées.

Les applications pratiques sont :

- a. L'incorporation des légumineuses dans les rotations des cultures et les cultures associées. Ainsi, Strange (1961) a observé dans une prairie que les graminées cultivées seules ont donnée, en poids sec, un rendement de 2057 kg/ha, tandis qu'en association avec le trèfle, la production est passé à 2838 kg/ha.
- b. L'inoculation des souches bactériennes : une faible nodulation peut être due à l'absence dans le sol des souches spécifiques ou à l'inefficacité de souches indigènes. Dans le premier cas, on y remédie par la pratique de l'inoculation, tandis que dans le second, on doit stimuler les souches locales. Dans les sols acides, le chaulage et certains micro-éléments (Mo, B) permettent souvent d'améliorer la nodulation.

L'inoculation peut se faire de façons diverses :

- L'épandage de terre ayant porté la culture et sur laquelle la nodulation a été abondante ; cette méthode présente l'inconvénient d'introduire éventuellement des parasites sur la terre à inoculer ; de plus, les grandes quantités de terre requises limitent l'emploi de cette méthode
- L'addition d'une culture pure de *Rhizobium* au sol : cette technique n'est pas économique à cause de la quantité d'inoculum à appliquer.
- L'enrobage des graines avec la souche bactérienne : c'est le procédé utilisé actuellement. Il peut se faire de plusieurs manières :
 - Par trempage des graines dans une suspension de l'inoculum
 - Par enrobage des graines sèches avec de l'argile contenant l'inoculum
 - Par enrobage des graines humectées avec de l'argile contenant l'inoculum
 - Par enrobage commercial, dans lequel l'inoculum est appliqué sur la graine à l'aide d'un adhésif.

Quelle que soit la procédure adoptée, afin de s'assurer de la viabilité de l'inoculum, on doit semer les graines traitées le plus tôt possible après l'application, de préférence dans les 48 heures. Dans des essais réalisés à Yangambi, sur le soja, l'inoculum a permis des augmentations de rendement de plus de 50%, avec en même temps, un accroissement de la teneur des graines en protéines.

A coté de ces effets favorables, de nombreux organismes du sol sont des parasites des plantes cultivées ; il en est ainsi :

- Des nématodes : citrus, bananier, tomate
- De certains champignons responsables de la fonte des semis (*Pythium*, *Rhizoctonia*) et nombreuses maladies radiculaires notamment chez l'hévéa (*Fomes lignosus*, *Armillaria mellea*)
- Des insectes : par exemple les larves du charançon du bananier (*Cosmopolites sordidus*)

Il en résulte que pour réduire les pertes dues à ces parasites, le sol est parfois stérilisé par l'une des deux méthodes suivantes :

- A la chaleur (chauffer de la terre humide, incinération)
- Par fumigation chimique (fomaldéhyde, chloropicrine, bromide de méthyle, fongicide, nématicides).

4.4. Problèmes de dégradation des terres au Congo

4.4.1. Erosion du sol

a. Activités agricoles

Les sols les plus érodés en RDC se trouvent dans les régions à forte densité de peuplement à savoir, le Kivu et le Bas-Congo. Dans ces deux régions où l'exploitation démographique est associée à une intense activité pastorale, le surpaturage et le surpeuplement exercent des pressions qui ont atteint le point de rupture pour certaines ressources. En termes de terre ceci se traduit par des ravinements, des érosions en nappes et des glissements de terrain. Au Kivu et à Kalemie l'érosion du sol est en plus accentuée par le relief accidenté.

b. Autorisation de bâtir

L'octroi des autorisations de bâtir par les divisions urbaines des affaires foncières est peut être le plus facteur de la détérioration de l'environnement dans les villes (Bukavu, Mbuji mayi, Kalemie...) tant du point de vue de la salubrité, des érosions, que de la dégradation du couvert végétal. La colonisation de nouveaux espaces au mépris des normes de l'environnement et des règles de l'urbanisation ont entraîné des graves érosions dans les centres urbains et leurs ceintures vertes.

c. Présence des réfugiés Rwandais

Les récents flux de réfugiés rwandais fuyant le génocide ont rajouté à une situation déjà très préoccupante. L'internement de quelques centaines de milliers de réfugiés rwandais dans des campus de quelques hectares autour de la ville de Goma a fait l'effet d'une calamité naturelle dont les dégâts sur la végétation et le sol sont incommensurables : en une année les réfugiés ont déboisé près de 930 hectares. (ICCN/GTZ, 1995).

4.4.2. Pratique culturales

a. Réduction de la jachère

Pendant des siècles, l'agriculture itinérante a permis une exploitation judicieuse des terres grâce à une longue période de jachère qui permettait de régénérer la fertilité. Le système de « paysannat » conçu et réussi par les belges, était une application améliorée du modèle local. A cette époque la jachère durait 18 voire 2 ans. Le recul de la mortalité infantile et l'augmentation du taux de natalité qui ont entraîné une exploitation démographique et avec elle une demande accrue des produits alimentaires ont forcé la réduction de la durée de la jachère s'est accompagnée d'une réduction de la productivité et d'une dégradation physique des sols.

b. Incinération et feux de brousse

L'incinération est partie intégrante du système de production agricole au Congo plus particulièrement en savane. Les femmes brûlent les herbes pour travailler les champs plus facilement, les hommes mettent le feu à la brousse pour attraper les rares gibiers etc... Cette continuelle destruction des réserves de matière organique et de la productivité de ces sols en particulier ceux dont la fraction argileuse est dominée par des minéraux du type 1 :1 (Kaolinite) comme c'est le cas dans la bande Sud du pays (Katanga, Kasai, Bandundu, Bas-Congo).

4.4.3. Régime foncier

Malgré l'étendue des terres disponibles au Congo, la précarité des droits fonciers pose des problèmes de pénurie dans les régions où la densité de la population est forte. Il existe deux régimes fonciers juxtaposés et parfois opposés : le régime traditionnel et le régime étatique. Le régime traditionnel qui varie de région en région repose sur la propriété collective des terres dont l'usufruit est accordé à chacun par son chef. Sous ce régime le terre ne peut être vendue, mais son usufruit peut être transféré à des étrangers ou à d'autres groupes.

En même temps, en vertu de la loi « moderne » (loi Bakajika du 7 Juin 1966, loi foncière du 2à juillet 1973 modifiée par la loi N°80-088) qui stipule que l'état est seul propriétaire de tout le patrimoine foncier, le gouvernement peut attribuer l'usufruit des terres à des personnes

physiques ou morales sur toute l'étendue de la république. Cette dichotomie dans la législation foncière est une source d'incertitudes des initiatives dans le domaine de la conservation des ressources.

Autres problèmes à signaler :

- Construction des routes
- Activités minières
- Déchets des centres urbains

CHAPITRE 5. MATERIEL DE PROPAGATION

Le matériel utilisé à la plantation détermine non seulement le rendement obtenu, mais aussi le mode de culture. Dans ce chapitre, nous aborderons 2 aspects du matériel végétal : sa nature et sa qualité.

5.1. Les modes de propagation

Le problème de la nature du matériel de propagation est celui du mode de multiplication utilisé, génératif ou végétatif. La multiplication générative comporte l'union de cellules mâles et femelles et la formation de graines. Ce mode de multiplication se caractérise par la méiose. La multiplication végétative par contre se fait à partir d'organes végétatifs, et est basée sur la mitose. Il en découle que la multiplication par graines s'accompagne de l'hétérogénéité de la population, tandis que les clones se distinguent par leur uniformité.

Beaucoup de plantes ont un mode de propagation unique. Ainsi, les céréales, légumineuses, tabac, cotonnier, palmier à huile, papayer, la plupart des légumes sont propagés uniquement par graines. Par contre, les plantes à « racines et tubercules », la canne à sucre, le bananier, l'ananas, présentent une certaine dégénérescence de la multiplication sexuée, et sont multipliés végétativement ; à l'opposé, beaucoup de plantes pérennes, principalement les dicotylées, sont multipliées indifféremment par l'un ou l'autre procédé.

Ex. Caféier, cacaoyer, théier, hévéa, agrumes.

La multiplication par graines est simple, se prête au transport à distance du matériel de reproduction, ne pose généralement pas des problèmes de quantité de matériel, mais prend plus de temps que la multiplication végétative pour arriver à maturité, et produit une population hétérogène, surtout chez les plantes à pollinisation croisée. La multiplication végétative demande parfois des techniques spécialisées. Exemple : le greffage et le marcottage, se prête mal au transport à distance, pose souvent le problème de quantité de matériel, mais est précoce et maintient les clones.

5.1.1. Multiplication générative

Contrairement à la multiplication végétative, il n'existe qu'un seul mode de multiplication générative. Lorsque la germination est lente et irrégulière, on traite les graines afin de les

stimuler. Les méthodes utilisées à cet effet peuvent être classées en 2 groupes, suivant qu'elles tendent à agir sur les enveloppes ou l'embryon.

- a. Méthodes tendant à lever la dormance tégumentaire
 - Le trempage des graines dans l'eau, éventuellement chaude. Ce traitement a pour but de ramollir les enveloppes dures, ou d'éliminer certains inhibiteurs présents dans les téguments. La température optimum de l'eau et la durée de trempage sont fonction de la graine. L'eau chaude, peut en outre avoir un rôle stérilisant, comme chez le théier.
 - La scarification, qui consiste à altérer les téguments de manière à les rendre perméable à l'eau et aux gaz. Cette opération peut être mécanique, par exemple en grattant les graines, chimique, par un trempage des graines dans des solutions d'acide sulfurique ou de peroxyde de sodium par exemple.
- b. Méthodes destinées à lever la dormance embryonnaire.
 - La stratification ou action du froid : elle permet certains changements physiologiques dans l'embryon, par exemple la post maturation. A cet effet, les graines sont placées pendant des durées variables (de 1 à 4 mois généralement) à des températures de 2 à 7 °C.
 - Le traitement à la chaleur : par exemple chez le palmier à huile.
 - Stimulants chimiques :
 - Les gibberellines, par trempage 24 heures dans de solutions de 100 à 10000ppm ;
 - Les cytokinines : généralement, les graines sont trempées dans une solution de 100 ppm de kinétine pendant 3 minutes ;
 - Le nitrate de potassium : les graines sont placées sur un substrat humidifié avec 0,2% de KNO_3 ;
 - L'hypochlorite de sodium ($NaClO$) : on utilise une partie de produit pour 100 parties d'eau.

5.1.2. Multiplication végétative

Elle comporte plusieurs variantes : bouturage, greffage et marcottage

5.1.2.1. Le bouturage

Des diverses modalités de multiplication végétative, le bouturage constitue la plus simple, la plus rapide et la moins coûteuse (figure 2).

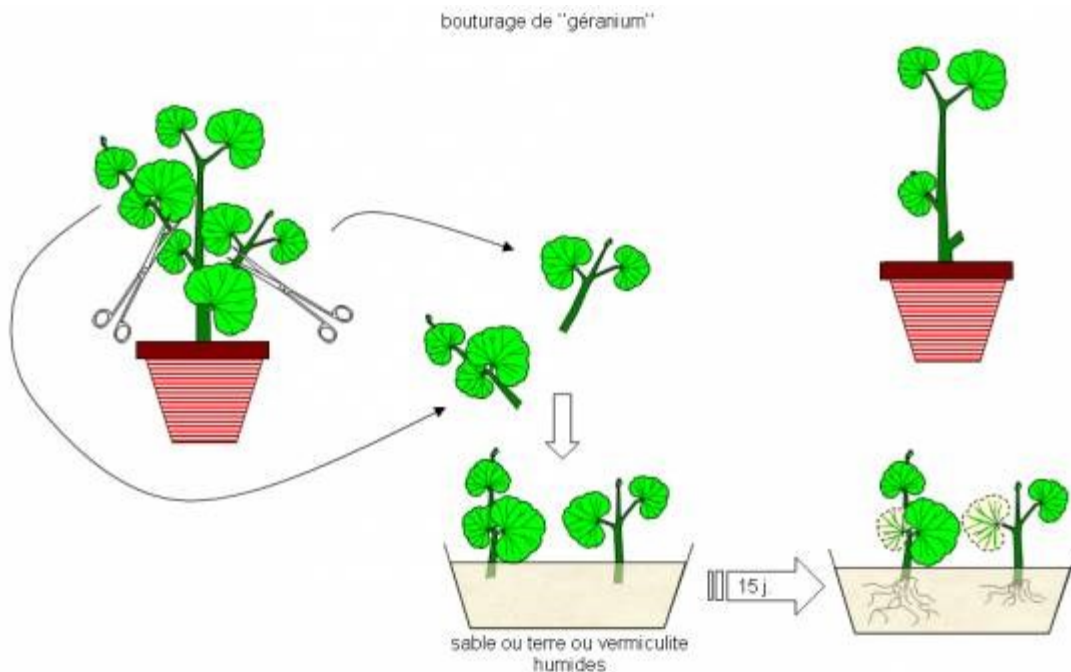


Figure 11 : Bouturage

Du point de vue physiologique, l'objectif du bouturage dépend du type de bouture utilisée. A ce propos, on distingue les types de bouture suivants :

- Les boutures de tige : c'est le type le plus fréquent (manioc, patate douce, caféier, cacaoyer). Ici, l'objectif est la régénération du système racinaire, la bouture portant 1 ou plusieurs bourgeons. Les boutures peuvent être herbacées ou ligneuses. Dans ce cas, on distingue les boutures aoûtées, semi-aûtées et non aoûtées. Les rejets (bananier, canne), les fragments de rhizome (igname, taro), les éclats de souches (graminées) peuvent être considérés comme des formes de boutures de tige.
- Les boutures de feuilles portant des bourgeons : ici, comme pour les boutures de tige, on recherche l'enracinement. Ce mode de propagation se rencontre par exemple chez *Crassula argentea*
- Les boutures de racines : elles doivent régénérer la tige feuillée et produire une extension de la racine existante. Parmi les plantes propagées ainsi, on peut citer le

rosier. Expérimentalement, on le réussit chez de nombreuses plantes, notamment chez le caféier.

La réussite du bouturage dépend de 3 types de facteurs :

a. Le matériel bouturé

- L'état physiologique de la plante-mère, en particulier son niveau nutritionnel : on constate que du matériel pauvre en azote et riche en hydrates de carbone s'enracine facilement. Pour atteindre cet état, on peut par exemple couper certaines racines de la plante avant de la bouturer
- L'âge de la plante-mère ; en général, les boutures provenant d'un plant au stade juvénile s'enracinent plus aisément que des boutures récoltés sur un plant adulte.
- Le type de bois récolte :
 - Bois de tige ou de branche : chez le caféier, bois orthotrope, bois plagiotrope > chez le cacaoyer, on observe l'inverse ;
 - L'âge de la bouture ; chez le phytolaque, bois aoûté > bois semi aoûté > bois non aoûté.
- L'état sanitaire du matériel : la présence de virus diminue le taux d'enracinement et le nombre de racines formées
- La saison de bouturage : ce facteur ne semble pas avoir été bien étudié en climat tropical.

b. La nature du milieu d'enracinement :

Pour être favorable à l'enracinement, le substrat doit avoir les qualités suivantes :

- Une bonne porosité
- Une bonne capacité de rétention en eau
- Un bon drainage

En propagateur, on emploie notamment le terreau forestier, le sable la parche de café et la sucre de bois.

c. Les conditions du milieu extérieur

- La température (21 – 27°C)
- L'humidité relative (doit être élevée)
- La lumière (l'obscurité est favorable à la rhizogenèse)

Une amélioration du bouturage est généralement obtenue par traitement des boutures aux auxines. On utilise généralement l'ANA et l'AIB. On distingue 3 méthodes d'application :

- Enrobage dans des préparations commerciales en poudre
- Trempage environ 24 heures dans une solution diluée, de 20 à 200 ppm
- Trempage environ 5 minutes dans une solution concentrée, de 500 à 10000ppm.

On détermine expérimentalement la dose et la durée d'application pour un matériel donné.

Pour réduire les attaques pendant le bouturage, il peut être utile de traiter les boutures avec des solutions fongiques ou d'insecticides.

5.1.2.2. Le greffage

C'est une technique qui consiste à accoler des parties de plantes de telle manière qu'elles puissent s'unir et continuer à vivre comme une seule plante. La greffe comprend : le porte-greffe ou sujet, le scion ou greffon et le point de greffe.

Ce mode de propagation est courant chez de nombreux arbres, particulièrement fruitiers, chez lesquels le bouturage et le marcottage ne réussissent pas. Le greffage présente de nombreux avantages :

- a. Tirer profit des qualités de certains porte-greffes : des cultivars de qualité élevée, mais présentant un système racinaire déficient, peuvent ainsi être greffés sur des sujets rustiques. Le porte-greffe permet également de contrôler, la taille et la vigueur du scion. Ainsi au Congo, les agrumes sont greffés sur Rough lemon ou bigaradier (*Citrus aurantium*), espèce à pulpe amère, mais résistante à la « Tristeza », maladie à virus provoquant une défoliation presque complète de l'arbre, à laquelle les autres citrus sont plus sensibles.
- b. Changer des plantes ou des cultivars déjà établis : le cultivar d'une plantation d'arbres fruitiers peut, à un moment donné devenir indésirable (maladie, baisse de la demande,

productivité). Tandis qu'un meilleur cultivar devient disponible. Le renouvellement de la plantation peut se faire simplement en greffant la nouvelle variété sur l'ancienne.

- c. Accélérer la croissance de plantules d'une variété améliorée. Dans les programmes d'amélioration des arbres fruitiers, on peut gagner énormément de temps en greffant les jeunes plantules sur des porte-greffes déjà établis.
- d. Réparer des parties de plante endommagées. Lorsque le système racinaire devient déficient (maladies), ou que l'écorce du tronc soit endommagée, on peut recourir à la greffe par approche.

La réussite du greffage dépend de nombreux facteurs parmi lesquels :

- a. La compatibilité entre le sujet et le greffon : l'union entre 2 plantes différentes ne prend pas toujours, même dans les meilleures conditions de greffage. On parle alors d'incompatibilité de greffe, dont les causes peuvent être multiples. L'incompatibilité peut être immédiate ou retardée suivant que le greffon meurt aussitôt ou après un temps plus ou moins long après le greffage. On distingue aussi des incompatibilités localisées ou transportées, selon que l'on peut ou non les corriger par l'interposition d'un segment intermédiaire appartenant à une 3^e variété compatible avec chacune des deux l'on veut greffer.
- b. Le type de plante : certaines plantes se greffent plus facilement que d'autres, sans doute grâce à leur plus grande aptitude à produire un cal ; condition essentielle à la soudure.
- c. Les conditions du milieu pendant et après le greffage : une température élevée, mais pas excessive, ne dépassent pas 32°C, et une humidité relative proche de la saturation favorisant la soudure
- d. L'état physiologique du sujet : la réussite du greffage exige que le porte-greffe soit dans un état de croissance active (saison des pluies pour les arbres).
- e. La technique du greffage : un contact limité entre les régions cambiales du sujet et scion, l'utilisation d'un greffon desséché ou dont la polarité est inversée, sont responsables de nombreux échecs de greffage.
- f. La contamination du point de greffe par des virus, bactéries, champignons ou insectes est une cause certaine d'échec. Aussi faut-il utiliser des plantes saines et vigoureuses, des outils propres et stériles, et assurer une bonne fermeture du point de greffe.

Les procédés de greffage sont multiples. Selon Mathon (1968), on peut les classer en 2 groupes :

- a. Les greffes par approche, chez lesquelles les greffons, au moment du greffage, appartiennent encore aux plantes qui les portent. Ex : greffe de placage, en incrustation, à l'anglaise (figure 3).



Figure 12 : Greffage à l'anglaise : Photo 1- Préparation du porte-greffe : un biseau simple est effectué sur le porte-greffe, une entaille est effectuée au 2/3 du biseau. Le greffon est préparé de la même façon. Photo 2- Assemblage du greffon et du porte-greffe. Photo 3- Greffon et porte-greffe parfaitement assemblé. Photo 4 - Ligature.

Note : cette technique est utilisée pour multiplier les espèces difficiles, la variante de cette greffe (l'anglaise simple) se pratique de la même façon sans qu'il n'y ait les 2 entailles des biseaux.

- b. Les greffes des greffons libres :
- Greffes de rameaux
 - En fente simple ou double
 - Anglaise simple ou avec languette
 - En incrustation

- En placage
- En couronne simple ou multiple
- Greffes d'yeux
 - En écusson (en T ou T renversé)
 - En sifflet

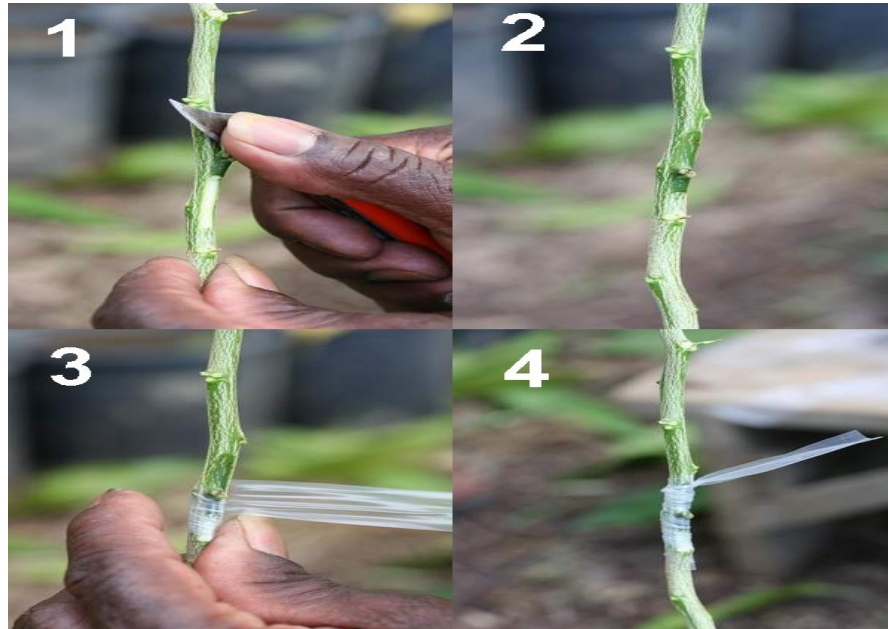


Figure 13 : Greffage avec écusson Photo 1 - Le porte-greffe (*Citrus volkameriana*) a été préparé : les feuilles et épines sont supprimées, la partie d'écorce du porte-greffe où le greffon sera plaqué est enlevée et pause du greffon sur le porte-greffe. Photo 2 - Greffon posé et quasiment invisible. Photos 3 - Ligature. Photo 4 - Plant greffé.

Note : cette technique de greffage des agrumes est préférée à l'écussonnage classique (en T) car elle peut être réalisée toute l'année, nul n'est besoin, en effet, d'attendre que le porte-greffe et le greffon soient en sève ; condition normalement indispensable pour soulever l'écorce et poser l'écusson.

Quelque soit le procédé utilisé, la réussite du greffage exige que les régions cambiales du porte-greffe et du greffon aient un contact large et durable.

5.1.2.3. Le marcottage

C'est un type particulier de bouturage dans lequel la bouture est attachée à la plante-mère jusqu'à son enracinement. Cette technique donne un taux de reprise élevé, et est utilisé chez

les plantes qui se bouturent difficilement. En outre, c'est une méthode relativement simple, mais cependant coûteuse car elle demande beaucoup de travail.

L'enracinement est favorisé par :

- a. L'accumulation de certaines substances organiques, principalement des auxines (tige recourbée en forme de V, tige coupée sur la face inférieure, annelation) ;
- b. La mise à l'obscurité ;
- c. Une humidité élevée, une bonne aération et une température modérée.

Il existe aussi plusieurs méthodes de marcottage : du sommet, simple, en serpenteau, aérien, en butte et chinois (figure 5).

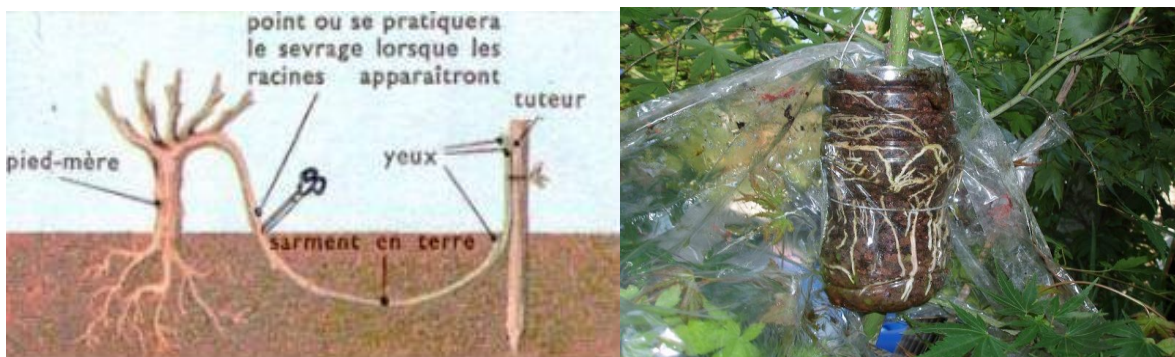


Figure 14 : Marcottage utilisé pour les plantes à rameau flexible et le marcottage aérien

5.2. La qualité du matériel

Par qualité du matériel on entend son potentiel de production, lié à son patrimoine génétique. Grâce à l'amélioration des plantes l'homme a pu et continue de produire de nombreuses variétés à haut rendement, tant sur le plan quantitatif que qualitatif.

L'utilisation d'un matériel de propagation à haute productivité est une des conditions essentielles d'un rendement élevé.

Exemple 1 : de 1950 à 1970, le rendement moyen de maïs a doublé aux Etats-Unis, passant de 2,5 à 5,3 t/ha. Cet accroissement est pour une large part attribuable à la l'utilisation des variétés hybrides de maïs (Révolution verte).

Exemple 2 : en RD Congo, la variété de riz améliorer R66 donne des rendements de 2,5t/ha en paddy, contre 0,85 t/ha pour la variété locale.

Exemple 3 : en Malaisie, des variétés d'hévéa non améliorées produisent environ 500 kg/ha de caoutchouc, tandis que des clones améliorés permettent d'atteindre des rendements de 2 000 voire même de 2 500 kg/ha.

L'amélioration des plantes apparaît ainsi comme une branche capitale en agronomie, son objectif étant de produire du matériel toujours plus productif.

Du point de vue de la qualité du matériel végétal, on peut distinguer la qualité de la variété et celle des semences utilisées (figure 6).



Figure 15 : Différentes qualités (variétés) de pomme

5.2.1. Caractérisation d'une bonne variété

Ce sont :

1. L'adaptabilité au sol, au climat, à la longueur de la saison culturale (plasticité),
2. Une productivité élevée dans les conditions normales
3. La résistance aux conditions adverses (ex. sécheresse)
4. La pureté
5. Un produit de bonne qualité

La notion de qualité revêt ici des significations variables selon la nature du produit utile. Il peut s'agir de :

- Qualités organoleptiques (goût) ex. plantain, igname
 - Qualités culinaires ; ex. résistance à la cuisson (taro)
 - Calibre et forme du produit : tomate, grosseur des fruits ; cotonnier, longueur de fibres...
 - Teneur en un principe chimique donné :
 - Aussi faible que possible : HCN chez le manioc et le sorgho (feuilles)
 - Aussi élevée que possible : quinine chez quinquina huile chez l'arachide, le palmier à huile protéine chez le soya pyrèthrine chez pyrèthre.
6. La résistance aux maladies et aux insectes : sous les tropiques, maladies et insectes constituent un des problèmes agricoles majeurs. Etant donné que les moyens de lutte sont rares, le choix de variétés résistances représente une nécessité.
 7. La stabilité : avec l'âge, variétés et clones perdent de leur productivité, et la qualité de leur produit diminue. Chez les plantes propagées végétativement, ce phénomène est attribué à l'infection du matériel de propagation par des virus et des mycoplasmes se transmettant de génération en génération. Chez les plantes multipliées par graines, les maladies ne sont pas propagées par la graine ; mais par suite de la multiplication de certains parasites du sol après un certains temps, une variété susceptible devient improductive sur ce sol. Le problème de détérioration est bien connu en arboriculture fruitière, en culture de maïs et de tomate par exemple on y remédie en renouvelant périodiquement le matériel de propagation.

8. Certaines caractéristiques végétales, notamment une taille réduite : céréales, bananier, palmier à huile.

5.2.2. La qualité des semences

Elles doivent toujours être récoltées sur des plants vigoureux, sains et productifs, et doivent avoir les qualités suivantes :

- a. Une capacité germinative ou de reprise élevée. A cet effet, on utilise des semences aussi fraîches que possible particulièrement avec les graines dont le pouvoir germinatif est de courte durée (soya, beaucoup de culture pérennes tropicales). Cependant, certaines semences sont incapables de germer immédiatement après leur récolte. Ces semences n'acquièrent l'aptitude à germer qu'après un temps (temps de post maturation) allant de quelques semaines à plusieurs mois (ignames, riz de type indica, arachides rampantes).
- b. Un bon calibre : grosse graines > petites graines
- c. L'uniformité : afin d'avoir une reprise uniforme
- d. Exemptes des maladies (désinfectées éventuellement)
- e. Pures (non mélangées à d'autres semences, notamment de mauvaises herbes).

Il en résulte qu'avant la plantation, les semences sont triées sévèrement, afin d'éliminer les petites, les malformées et celles qui sont attaquées.

5.3. La conservation des semences

Les conditions chaudes et humides sous les tropiques rendent la conservation des graines difficile. Celles-ci sont exposées à la perte rapide du pouvoir germinatif et l'attaque par les champignons et insectes. En ce qui concerne les graines des cultures pérennes, leur viabilité peut être prolongée de quelques semaines en les conservant dans de la poudre de charbon de bois sec ou humide. Quant aux graines des plantes annuelles (céréales, légumineuses principalement), une bonne conservation exige le séchage jusqu'à poids constant. Ce séchage peut se faire au soleil ou dans un séchoir.

Il doit réduire le taux d'humidité de la graine à 12 – 14 %. Les graines sèches sont ensuite conservées dans des récipients bien remplis et hermétiques dans lesquels on peut placer 2 ou 3

boules de naphthaline ou un tampon d'ouate imprégné de quelques gouttes de sulfure de carbone, pour protéger les graines contre les insectes.

Certains produits sont attaqués en cours de stockage ; d'autre le sont déjà au champ. Dans ce cas, on désinfecte au préalable les graines avant de les conserver, avec des fumigants (CS₂, bromure de méthyle, trichoroacétonitrile). Ceux-ci sont placés à la partie supérieure du récipient dans un godet. Pour le CS₂, on utilise 150 cc/m³ de récipient. La durée de traitement est de 24 heures. On aère les graines au soleil avant de les conserver définitivement.

CHAPITRE 6. LES METHODES CULTURALES

Introduction

On peut disposer d'une variété améliorée, la placer dans les meilleures conditions de climat et de sol, avec la possibilité d'utiliser des engrais et des pesticides, on ne pourra obtenir des rendements élevés que si on adopte des méthodes culturales appropriées. A elles seules, celles-ci peuvent permettre des augmentations de rendement appréciables, ainsi que l'ont montré des expériences réalisées dans les champs des paysans au Congo. En utilisant les variétés locales de maïs, des méthodes culturales améliorées ont permis de faire passer le rendement moyen de moins d'une tonne à 1,6 t/ha.

Le concept méthode ou techniques culturales couvre un ensemble de notions très vaste, que nous voudrions préciser dans ce chapitre :

L'exploitation d'une culture donnée comprend plusieurs étapes :

- Le choix du terrain
- L'établissement du plan de la plantation
- La préparation du terrain
- La plantation
- L'entretien
- La récolte et la conservation du produit.

6.1. Le choix du terrain

Il revêt une grande importance, car il conditionne grandement le succès de l'exploitation. Pour les cultures pérennes, appelées à occuper le terrain des dizaines d'années, et chez lesquelles il faut plusieurs années avant l'entrée en rapport, ce choix est d'une importance encore plus grande.

Il importe, essentiellement, de placer la culture dans des conditions écologiques et économiques favorables à la production et à l'exploitation. Les facteurs écologiques comprennent le climat (chapitre III) et le sol (chapitre IV) et le type de végétation naturelle, tandis que les problèmes de main-d'œuvre, d'écoulement de la production, notamment, constituent des facteurs économiques.

Chaque culture, a-t-il été dit au chapitre III, a des exigences climatiques propres, dont on doit tenir compte lors de son installation. Il s'agit principalement du type de végétation naturelle, des précipitations et des températures.

Les cultures arborescentes conviennent mieux en forêt qu'en savane. Ici, on s'adonnera à la production vivrière.

En ce qui concerne les précipitations, il faut voir si la quantité totale de pluies et de leur répartition au cours de l'année correspondent bien aux besoins de la plante. Certaines cultures demandent des précipitations abondantes pendant toute l'année (hévéa, cacaoyer, théier). D'autres exigent une saison sèche marquée en vue de la maturation (canne à sucre, cotonnier). Parmi les cultures annuelles, certaines craignent l'excès d'eau (haricot, tomate).

Si la plupart des plantes poussent mieux lorsqu'elles disposent de beaucoup d'eau, certaines sont résistantes à la sécheresse (sorgho, mil, niébé). Il est à noter qu'une plante résistante à la sécheresse n'est pas une plante qui exige la sécheresse. Il en est de même en ce qui concerne la fertilité du sol.

Quant aux températures, il faut tenir compte non seulement des moyennes annuelles, mais aussi les moyennes mensuelles et des températures plus d'une saison. Dans la région de Lubumbashi par exemple, la température moyenne annuelle est de 20°C. Apparemment, à cette température, on pourrait encore cultiver le bananier. Cependant, les basses températures

des mois de juin et juillet, inférieure à 15°C, rendent cette région peu propice à la culture bananière.

La plupart des principales cultures pratiquées au Congo sont des plantes mégathermes. Certaines exigent cependant un climat plus doux : caféier arabica, théier, haricot et blé (froment), quinquina, pyrèthre et pomme terre. Au Congo, ces cultures ne conviennent que dans les régions d'altitude à l'Est, et en outre pour les plantes annuelles, dans les zones à saison sèche douce comme le Bas-Congo et le Bandundu.

En ce qui concerne le sol, il faut tenir compte à la fois de ses propriétés physiques, chimiques et biologiques. Si la plupart des cultures sont plastiques quant aux différentes caractéristiques du sol, sur le plan physiologique, certaines ont cependant des exigences particulières. Ainsi, les cultures dont le produit utile est souterrain (racines et tubercules ; plantes à géocarpie) exigent un sol léger pour un bon développement du produit souterrain. A l'autre extrême, le riz demande un sol lourd, qui retient de l'eau. Sur le plan de la nutrition minérale, les diverses cultures ont des exigences spécifiques. Ainsi, les céréales ont des besoins élevés en azote ; les légumineuses en Ca, les racines et tubercules en K (en P aussi pour les légumineuses).

Les données générales sur le climat et les sols doivent être complétées par des visites sur le terrain, au cours desquelles on notera le relief, la végétation naturelle, les cours d'eau...

A côté des considérations écologiques, l'établissement d'une plantation doit également tenir compte de critère socio-économique, notamment :

- Les possibilités d'écoulement de la production : si la demande dans les environs immédiats de la plantation est insuffisante, il faut s'assurer que la production puisse atteindre facilement des marchés éloignés. Ceci concerne les voies et moyens de transport. Il peut être question de rapidité d'écoulement, surtout lorsqu'il s'agit d'un produit périssable. Exemple : sur le plan écologique, la province orientale et l'Equateur se prêtent bien à la culture bananière (Gros Michel). Mais compte tenu de la nature périssable du produit, et le temps requis pour qu'il atteigne le marché européen, les 2 régions ne conviennent pas pour une culture d'exploitation. Par contre, le Bas-Congo,

bien qu'écologiquement moins propice au bananier, répond mieux à la culture d'exportation, grâce à la proximité du port de Matadi.

- La disponibilité de la main d'œuvre : l'établissement d'une plantation, son entretien et la récolte demandent une main d'œuvre abondante, qu'il faut trouver sur place. Certains travaux peuvent même être assez spécialisés, comme la saignée de l'hévéa, la récolte des régimes de noix de palme.

6.2. Etablissement du plan de la plantation et délimitation des parcelles

Le problème se pose surtout lors de l'installation de grandes plantations industrielles. Il s'agit de situer la future usine, l'emplacement des camps des travailleurs, et les axes routiers. Le réseau routier comprend des routes principales et des routes secondaires. On construit au moins 2 routes principales, l'une N-S et l'autre E-O, sur lesquelles se grefferont les routes secondaires. La dimension des parcelles, et donc aussi la distance entre les routes secondaires, sont variables d'une culture à une autre. Dans une palmeraie par exemple, les routes N-S sont généralement distantes de 1000 m, tandis que les routes E-O se situent tous à 400 m, délimitant ainsi des parcelles de 40 ha. En riziculture irriguée, les parcelles ont quelques ares. Le réseau routier est indispensable pour la circulation du personnel, l'évacuation de la récolte, et la surveillance.

Les camps des travailleurs seront installés à proximité de point d'eau potable, et situés de telle façon que les travailleurs soient près de leur lieu de travail.

6.3. La préparation du terrain

Elle comprend 2 phases distinctes :

- L'ouverture de plantation : enlever la végétation naturelle
- Le travail du sol : situation difficile en forêt.

6.3.1. L'ouverture de la plantation

Introduction

Sous les tropiques l'abondance de la végétation, surtout en forêt, est telle que l'élimination de cette végétation constitue une étape très laborieuse. Nous l'étudierons suivant qu'on est en savane ou en forêt.

Quel que soit le type de végétation naturelle, il existe deux méthodes d'ouverture : l'incinération et la non-incinération.

Là où la végétation est touffue, et les moyens techniques précaires, l'incinération est la seule méthode possible pour dégager le terrain. Elle est simple, rapide, bon marché, et présente les avantages supplémentaires suivants :

- a. Elle met à la disposition des jeunes plantes des quantités importantes d'éléments minéraux (cendres) ;
- b. Elle détruit :
 - Les racines superficielles dont la décomposition est ainsi accélérée ;
 - Les graines de beaucoup de mauvaises herbes, et diminue ainsi la prolifération des adventices ;
 - Certains pathogènes, et ainsi stérilise le sol.
- c. L'incinération est indispensable au bon développement des plantes annuelles. On reproche à l'incinération :
 - La destruction d'une quantité énorme de matière organique ;
 - L'exposition du sol au soleil et l'érosion, d'où transformation accélérée de l'humus et entraînement par la pluie de l'azote et des matières minérales libérées en trop grandes quantités ;
 - L'augmentation de l'incidence des maladies radiculaires (pourridiés), ce phénomène serait dû à deux facteurs :
 - L'élévation de température du sol dénudé, ce qui favorise le développement des champignons thermophiles, ex. *Formes lignosus* et *Armillaria mellea* attaquant l'hévéa ;

- Une modification de la composition de la microflore du sol, se caractérisant notamment par une diminution des *Irichoderma* antagonistes des champignons parasites ;

d. La destruction de certains animaux utiles du sol.

La non-incinération exige des moyennes techniques important, notamment pour le débitage et le débardage. Elle est recommandée chez les plantes susceptible aux pourridiés comme l'hévéa et le théier. Ses avantages sont l'opposé des inconvénients de l'incinération, tandis que ses inconvénients sont l'inverse des avantages. La non-incinération n'est pratique que pour les plantes à grand écartement.

6.3.1.1. En savane

- L'incinération : les herbes sont brûlées à la fin de la saison sèche. S'il y a quelques arbres, ils sont généralement épargnés. S'ils sont nombreux, ils sont abattus en tout ou en partie.
- La non-incinération : si l'ouverture est manuelle, on défriche, dessouche les graminées puis abat les quelques arbres. L'ouverture peut aussi se faire mécaniquement à l'aide d'une charrue, qui en même temps laboure et enfouit la paille dans ce cas, il est indispensable de dessoucher les arbres au préalable.

6.3.1.2. En forêt

- a. L'incinération : comprend les phases suivantes :
 - Le défrichement, ou coupe de sous-bois, à l'aide d'une machette
 - L'abattage des gros arbres, lorsque le sous-bois est desséché
 - Le débitage des couronnes, lorsqu'elles se sont dégarnies de leur feuillage
 - L'incinération des débris secs, à la fin de la saison sèche pour une incinération complète, il est essentiel que les travaux précédents soient effectués dès le début de la saison sèche, surtout dans la zone équatoriale. En agriculture traditionnelle, les travaux d'ouverture s'arrêtent là généralement. Il subsiste donc sur le terrain troncs, grosses branches et souche, représentant 1/4 à 1/3 de la superficie totale. Afin d'obtenir un meilleur dégagement du terrain, on débite le bois et le rassemble en bûchers qu'on

incinère une seconde fois. En agriculture traditionnelle, cette 2^{ème} incinération n'intéresse que les petites branches.

- La délimitation des parcelles
 - Le piquetage des lignes
 - Le dessouchement des lignes
 - Le piquetage des trous de plantation
 - La trouaison et le remblayage des trous de plantation : pour les cultures à grand écartement, on fait des trous de 40 cm environ de côté ; 1 – 2 jours après la trouaison, on comble les trous en attendant la mise en place. il faut prendre soin de ne pas incorporer dans le trou des corps durs.
- b. La non-incinération : elle comporte les étapes ci-après :
- La délimitation des parcelles
 - Le défrichage ; (dégager le terrain)
 - Le piquetage des lignes, par des jalons droits plantés tous les 10 m
 - Le déblaiement des lignes, sur 1 m de part et d'autre de la ligne de jalons ; les débris rassemblés dans les interlignes
 - Le piquetage des trous de plantation
 - La trouaison et le remblayage des trous de plantation
 - La trouaison des gros arbres : dans la mesure du possible, on fera un abattage dirigé dans le sens des lignes
 - Le déblaiement définitif des lignes : consiste à les dessoucher et à déplacer le bois qui encombre les lignes. Le gros bois est d'abord tronçonné avant d'être rejeté dans les interlignes.

L'abattage est le plus souvent manuel. Mais on peut aussi recourir aux procédés suivants :

- Le feu : pour les arbres qui s'y prêtent (creux à la base)
- L'annelage et l'annulation peut être simple ou double. Pour empoisonner les arbres, on peut utiliser l'arsenite, le nitrite et le chlorite de soude, le 2, 4-D et le 3,4-T en solution dans le mazout. Une méthode d'application qui semble rapide et efficace consiste à écorcer le tronc sur 8 à 25 cm, suivant la grosseur des arbres et l'appliquer au pinceau le produit dilué dans un adhésif, telle la pâte de farine de manioc. Ces méthodes dont

le désavantage d'être lentes, d'où la nécessité de les appliquer longtemps avant la mise en culture, car il ne faut pas qu'il subsiste dans le champ des arbres morts mais debout.

- L'abattage mécanique à l'aide de scies mécaniques à moteur ou mieux, d'engins à chenille de diverses puissances, équipés par exemple de « lamedozer » et de « tree-dozer », permettant l'abattage avec essouchement simultané pour les arbres moyens.

6.3.2. Le travail du sol

En savane, le labour est indispensable pour extirper les rhizomes des graminées. Suivant les cultures et le relief, le labour se fait à plat, en billons ou en planches.

En forêt, compte tenu du réseau très dense des racines superficielles, on ne pratique pas de labour. On se limite à un labour localisé aux endroits de plantation : poquets, trous de plantation, buttes.

6.4. La plantation

6.4.1. Assolement et rotation

L'assolement est la répartition des terres de l'exploitation entre les diverses cultures. Chacun des termes de cette répartition est appelé « sole », c'est l'ensemble des parcelles occupées par une même culture. Une exploitation de 10 ha peut avoir les assolements suivants par exemple :

- 10 ha de palmier à huile (on a une sole)
- 10 ha de canne à sucre
- 3 ha de riz, 4 de maïs, 1 d'arachide et 2 de bananier. Le choix des cultures, et leur importance relative dépendent de nombreux facteurs (figure 10) :
- Les facteurs fondamentaux (qu'on ne peut changer)
 - Les conditions écologiques
 - Les conditions économiques
 - Le prix des produits
 - La fertilité de commercialisation
 - La trésorerie de l'exploitation
 - Les facteurs personnels :

- Le goût personnel
- L'avenir de l'exploitation
- Les problèmes sociaux
- Les facteurs restrictifs
 - La main-d'œuvre
 - L'équipement nécessaire
 - La rotation

Spécialisation ou diversification

Dans les 2 premiers exemples cités plus haut, l'assolement est constitué d'une seule culture ou monoculture, tandis que le dernier exemple illustre la diversification des cultures.



Figure 16 : Exemple schématisé d'un assolement

Pour les plantes annuelles, la monoculture implique la culture continue de la même plante sur le même terrain, tandis que la diversification suppose la rotation ou l'association des cultures.

La monoculture présente les avantages suivants :

- Généralement un revenu plus élevé, par le choix de la culture la plus avantageuse ;
- La spécialisation, avec l'efficacité du producteur accrue
- Là où l'agriculture est mécanisée, l'achat d'équipement est minimum
- La gestion de la ferme est plus simple

Mais la culture continue de la même plante présente notamment les dangers suivants :

- La compaction du sol
- L'érosion
- Un problème aigu de maladies, insectes et mauvaises herbes ;
- La difficulté à respecter le calendrier agricole, si l'exploitation est de grande dimension ;
- Une baisse rapide de la fertilité du sol, d'où
- Des rendements faibles

Les différents risques de la culture continue sont plus accentués là où l'agriculture est « traditionnelle ». En effet, en agriculture moderne, les pesticides, les machines agricoles, les engrais chimiques, les amendements calcaires permettent de lever les principales contraintes citées.

La diversification des cultures permet aussi d'éviter ces inconvénients. Elle présente les avantages supplémentaires suivants :

- Une meilleure répartition du travail pendant l'année, du fait que les différentes opérations culturales peuvent se situer à des moments différents pour les diverses cultures
- Une réduction des risques, en cas d'accident climatique (sécheresse, excès de pluies, gelée), de peste ou de chute des prix.

Culture pures ou associées

Lorsqu'on considère la composition d'une parcelle, 2 cas sont possibles :

- La parcelle comprend une seule culture : on parle de la culture pure
- La parcelle comprend plusieurs cultures : il s'agit de cultures associées, mixtes ou intercalaires.

Les cultures pures caractérisent l'agriculture des pays tempérés, tandis que les cultures associées sont typiques des régions tropicales.

L'uniformité du champ rend l'exécution des travaux plus facile : préparation du terrain, application d'engrais et de pesticides, et récoltes en fonction des besoins d'une seule culture. Ainsi, en agriculture mécanisée et chimique, la culture pure est mieux indiquée que la culture intercalaire. Celle-ci apparaît comme une adaptation aux conditions tropicales. En effet, l'association des cultures permet de :

- Produire plus de nourriture par unité de surface, tant du point de vue de la diversité des aliments que de la qualité produite. Une expérience réalisée sur le manioc de l'IITA (Nigéria) a donné les résultats suivants :

Tableau 7. Rendement du manioc par rapport à la diversité des cultures

Combinaison	Rendements en manioc (t/ha)
Manioc	28
Manioc + maïs	21
Manioc + melon + maïs	34

- Réduire la concurrence des mauvaises herbes, grâce à une meilleure couverture du sol ;
- Réduire l'érosion
- Diminuer l'incidence des insectes et maladies ; la présence d'une espèce différente à côté d'une autre constitue une barrière à la dispersion d'un pathogène donné.

Pour éviter les mêmes parasites : pas associer 2 céréales et pas associer 2 légumineuses.

L'association peut être entre :

- Plantes annuelles : par exemple, l'association céréale-légumineuse, dans laquelle la céréale bénéficie de l'azote fixé par la légumineuse ; l'association plante érigée –plante volubile (maïs/haricot) dans laquelle la première sert de tuteur à la 2^{ème} .
- Plantes pérennes : exemple, caféier ou cacaoyer sous palmier à huile celui-ci servant aussi de plante d'ombrage.
- Plante annuelle et plante pérenne, dans la phase d'installation de celle-ci. Cette méthode assure la production de nourriture et des rentrées d'argent pendant que la culture pérenne ne produit pas.

En agriculture traditionnelle, on associe généralement toutes les cultures à la fois. Cependant, la recherche montre qu'une culture donnée se combine mieux avec telle culture qu'avec telle autre. Ces associations sont déterminées expérimentalement.

Rotation

C'est la succession dans un ordre donné d'une série de cultures sur le même champ. Cette pratique se justifie par le fait que la culture continue de la même plante sur le même terrain entraîne des baisses de rendement considérables, qu'on peut réduire en interrompant la culture ou en alternant des cultures différentes. En générale, la rotation donne des rendements plus élevés que la culture continue, ainsi que le montre l'expérience suivante réalisée au Nigéria.

Tableau 8. Rendement par rapport à la rotation

	Sorgho	Arachide	Manioc
Culture continue	315 ka/ha	272	4544
Rotation	624	346	5405

On constate en outre que la culture précédente exerce une action considérable sur la culture suivante, ainsi que l'indiquent des expériences réalisées au Malawi et déjà évoquées au point 4.2.1.2.3. Chaque plante possède une valeur de « précédent cultural » qui lui est propre vis-à-

vis des autres cultures prises une à une. Parmi les nombreux avantages de la rotation, on peut noter :

- Le maintien de la fertilité du sol : bien que la rotation des cultures ne peut à elle seule maintenir la fertilité du sol, une bonne rotation permet une baisse de fertilité plus lente qu'en culture continue ;
- La réduction de l'érosion, liée notamment au maintien de la matière organique ;
- Le contrôle des insectes et maladies en alternant les cultures, les parasites ne trouvent plus leur hôte à certains moments et leur développement est ainsi arrêté ;
- Le contrôle des mauvaises herbes : on constate qu'il existe une relation entre les diverses cultures et les plantes adventives. Dans une culture donnée, un certain nombre de plantes spontanées qui souvent des conditions de croissance favorables se développent au point d'entrer en concurrence avec la plante cultivée. On peut donc réduire la prolifération des mauvaises herbes en faisant se succéder des cultures ayant des conditions de développement différentes.

L'établissement d'une rotation se base sur les principes suivants :

- La loi de restitution : pour pouvoir faire succéder des cultures sur un champ, sans baisse de rendement, il faut d'abord rendre au terrain les éléments minéraux que les cultures précédentes ont prélevés. Pour l'azote, cette restitution peut être assurée par l'incorporation d'une légumineuse dans la rotation ;
- Il faut alterner des plantes de nature différente, pour réduire l'incidence des insectes, maladies et mauvaises herbes ;
- Il faut alterner des plantes à « enracinement » superficiel et à enracinement profond, pour le maintien d'une bonne structure de l'ensemble du profil ;
- Il faut alterner des plantes ayant des « exigences nutritives différentes » pour une meilleure utilisation des réserves du sol.

Le type de rotation (durée, succession des cultures) est fonctions :

- Du précédent cultural : forêt, jachère forestière, savane. Ainsi, en forêt, la durée de la rotation est plus longue qu'en savane ;
- Des exigences de chaque culture : en forêt, l'arachide ou le cotonnier par exemple ne viennent jamais en tête de rotation, mais bien en savane. Le maïs par contre est placé en tête de rotation en forêt, tandis qu'en savane, on le sèmera après une légumineuse de préférence.
- De la possibilité de fumer de sol

Exemple de rotation dans la zone cotonnière Sud (RDC)

- En savane : Coton/maïs/arachide + manioc ou coton/maïs + arachide + manioc ou arachide/coton/maïs/coton+manioc
- En forêt : riz/arachide/coton/maïs/coton/manioc

6.4.2. La mise en place

6.4.2.1. Semis direct et transplantation

La mise en place peut se faire à partir de semences (graine, boutures, rejets) ou de plantules. On parle respectivement de semis direct et de transplantation ou repiquage. Celui-ci suppose le passage des semences par une pépinière, qui peut être précédée d'un germoir.

Le semis direct à l'avantage d'être simple et rapide. C'est la méthode utilisée pour la plupart des plantes annuelles de grande culture (céréales, racines et tubercules, légumineuses). Le riz irrigué passe par le germoir.

La transplantation présente les avantages suivants :

- Il permet le tri des plantes à mettre en place, ce qui n'est pas le cas en semis direct, sauf partiellement là où l'on pratique le démariage (exemple maïs, cotonnier). Ce choix est d'une grande importance pour les plantes pérennes à cycle vital long.
- Il permet un gain de temps du fait que la pépinière peut être établie en dehors de la saison culturale. Il en résulte que le repiquage permet une récolte plus rapide qu'en semis direct, les plantules ayant déjà un certain développement à la transplantation.

Mais l'établissement de la pépinière, son entretien et la transplantation entraînent des frais supplémentaires. C'est ainsi que cette technique est surtout réservée aux cultures industrielles.

La pépinière doit être établie près de la culture plantation et près d'un cours d'eau. Elle sera installée sur terrain plat, riche et bien préparé. La préparation comprend 1 ou 2 labours avec éventuellement l'incorporation de compost bien décomposé, l'hersage et l'élimination de tout corps dur. On établit des plates-bandes larges de 1,20 m environ de longueur variable selon les besoins.

Les plates-bandes, séparées par des sentiers de 0,50 à 0,75 m, sont protégées du ruissellement par des rondins. Ceci concerne la pépinière en pleine terre. La pépinière peut aussi se faire en paniers ou en sachets de polyéthylène. Quel que soit le type, la pépinière est toujours ombragée, l'intensité de l'ombrage diminuant cependant avec l'âge des plantes. L'entretien de celle-ci comprend des arrosages réguliers, le paillage, le sarclage, la lutte contre les insectes et les maladies.

Il existe plusieurs de transplantation :

- A racines nues : ce mode est peu coûteux et fournit de bons résultats si on prend les précautions suivantes : pralinage au moyen de boue argileuse, protection des plantules contre l'insolation, disposition convenable des racines dans le trou de plantation.
- Avec mottes : cette méthode coûte plus cher en transport que la précédente, mais donne un taux de reprise plus élevé et une reprise plus régulière (choc de transplantation faible). Lorsque la terre a tendance à se désagréger, on peut entourer la motte à l'aide de feuilles larges.
- En paniers : pour la pépinière de ce type.
- Au plantoir Java : celui-ci est constitué d'un cylindre métallique fendu verticalement
- En stumps : un stump est un sujet dont la tige a été recépée, le pivot et les racines sont raccourcis. On utilise cette technique lorsqu'on doit transplanter un matériel plus âgé que normal (retard, sécheresse...).

La pépinière est employée pour les plantes à petite graine comme également, la tomate, la plupart des légumes, le pyrèthre. Elle est également utilisée pour toutes les cultures

industrielles chez lesquelles la valeur marchandise élevée du produit permet de compenser les frais supplémentaires occasionnées par la pépinière.

NB. Lors de la transplantation, on procède généralement au déshabillage des plantules, qui consiste à raccourcir le pivot et les racines latérales, opération qui a pour effet de stimuler la formation de nouvelles racine ; on réduit aussi la surface foliaire pour diminuer la transpiration (couper certaines feuille ou réduire leur dimension). Ainsi qu'il a été noté au point 5.3., certaines plantes exigent un ombrage temporaire après le repiquage (tomate, hévéa...).

6.4.2.2. Date de plantation

Sous les tropiques, où le facteur climatique le plus critique pour la culture pour la culture est l'eau, on plante généralement du début de la saison de pluvieuse. Dans la plupart des cas, plus tôt on sème, mieux ça vaut. Un semis précoce permet à la culture de bénéficier du maximum de pluies, ce qui donne le rendement maximum. Chez certaines plantes, un semis tardif aggrave certaines maladies. La fonte de semis chez le soya par exemple est plus importante lorsqu'on sème en pleine saison des pluies. Malheureusement, la plupart des agriculteurs plantent trop tard sous les tropiques. Là où il existe 2 saisons pluvieuses par an, on conseille souvent d'installer les cultures non saisonnières au début de la grande saison des pluies, de manière à permettre un bon départ de végétation.

Cependant, certaines cultures dites de hors saison ou cultures dérobées, se font à la fin de la saison des pluies. Dans ces conditions lorsque la saison sèche est très marquée, il importe soit de placer la culture dans un endroit humide (bas-fond), soit de pouvoir irriguer. C'est le cas du haricot, de la tomate, de beaucoup de légumes tempérés, dans les régions où la saison des pluies est très humide.

Une règle d'or il faut toujours semer après la pluie.

6.4.2.3. Densité de plantation

Elle dépend de nombreux facteurs, parmi lesquels :

- Le développement végétatif de la plante ou de la variété : le maïs se sème plus dense que le palmier à huile (50000 contre 143 plantes/ha) une variété saine se sème plus

serrée qu'une variété géante : ainsi, les arachides de type érigé se plantent à 20-40X20 cm, tandis que les types rampants sont semés à 60X60 cm.

- La fertilité du sol : sur sol riche ou fumé, la densité de plantation doit être élevée que sur le sol pauvre. Ici en effet, le développement du système racinaire est plus important que sur sol riche, et la concurrence pour les éléments minéraux plus grande.
- Le type de climat, sec ou humide : toutes choses étant égales, la densité de plantation augmente avec la quantité de pluies disponibles. Comme la fertilisation, l'irrigation permet d'accroître la densité de semis.
- La date de plantation : en semis tardif, on plante plus densément qu'en précoce, pour compenser le moindre développement des plantes.
- La nécessité de lutter contre l'érosion : sur les terrains en pente, un semis dense est une méthode antiérosive.
- Le type de produit recherché : une culture destinée à la production de grains se sème moins dense que celle en vue de produire du fourrage. C'est le cas avec le maïs, le sorgho par exemple.

En ce qui concerne la densité de plantation, on peut constater qu'en agriculture traditionnelle, les densités de semis sont en général trop faibles.

6.4.2.4. Profondeur de plantation

En semant, on doit placer la semence en contact avec le sol humide, à l'abri de la sécheresse. Cela entraîne que le semis soit fait à une certaine profondeur du sol. Cependant, il ne faut pas semer trop profondément, car cela retarde la germination et peut même la compromettre (par épuisement des réserves de la graine). A côté de ces conditions générales, la profondeur de semis est dictée entre autres par les facteurs suivants :

- La texture du sol : on sème d'autant plus profondément que le sol est sableux ; ainsi, pour le maïs, en sol lourd, on sème à 5 cm, tandis qu'en sol léger, le semis peut se faire jusqu'à 12,5 cm.
- L'humidité du sol : on plante d'autant plus profondément que le sol est sec
- La température du sol : en sol froid, le semis doit être moins profond qu'en sol chaud.

- La grosseur de la graine : plus grosse est la graine, plus profondément on doit la semer. C'est ainsi que les petites graines (tomate, tabac, pigment) sont juste pressées sur le sol.
- Le type de germination, épigée ou hypogée : pour des graines de même taille, celles dont la germination est épigée doivent être semées moins profondément que celles à germination hypogée. Dans le premier cas en effet, la plantule doit soulever les cotylédons, donc dépenser une énergie supplémentaire par rapport aux graines à germination hypogée. Ainsi, à taille égale, le haricot sera semé plus superficiellement que le pois.

6.4.2.5. Dispositif de plantation

Le semis peut se faire de 3 manières différentes : à la volée en poquets ou en sillons.

- a. Semis à la volée : on utilise cette méthode pour les petites graines, riz, sésame par exemple. Le semis à la volée demande peu de graines
- b. Semis en poquet : ceux-ci peuvent être disposés de façon aléatoire ou en ligne. La première modalité courante chez les paysans, présente l'avantage, comme le semis à la volée, de mieux couvrir le sol, ce qui réduit l'érosion. Cependant, le grand inconvénient de cette méthode est la difficulté lors du sarclage. Le semis en ligne expose plus le sol à l'érosion, mais a le grand avantage de rendre le sarclage plus facile, ce qui est important compte tenu de l'importance des adventices sous les tropiques. Le semis en ligne rend aussi le contrôle de la densité plus aisé. Celui-ci peut être obtenu en jouant sur les facteurs suivants :
 - La distance entre les lignes
 - La distance dans la ligne
 - Le nombre de graines par poquet

En culture mécanisée, les interlignes sont généralement grands pour permettre le passage des machines ; dans la ligne par contre, les plants, isolés sont serrés. En culture manuelle, les interlignes sont plus petits, ce qui est indispensable pour réduire l'importance des mauvaises herbes.

Les lignes peuvent être simples ou jumelées. Celles-ci sont recommandées dans les terrains susceptibles à l'érosion ou en culture intercalaire. Les écartements s'indiquent comme suit : pour les lignes simples AXB , A étant la distance entre les lignes, et B la distance dans la ligne ; pour les lignes jumelées $(A + C) \times B$, où A est la distance entre paires de lignes, C la distance entre lignes la paire et B la distance dans la ligne.

Dans les lignes, les plants peuvent être disposés en carré, en rectangle ou en quinconce, ce dispositif permet une meilleure occupation du terrain.

- c. Semis en sillons : dans cette méthode, mécanique, la semence est placée dans un sillon (canne à sucre)

6.4.3. L'entretien

Introduction

Après les mesures de zairianisation en 1974, on assiste à la reforestation de nombreuses plantations. La chute de production qui a suivi est essentiellement due au manque d'entretien de ces plantations. C'est dire que l'entretien de la culture revêt une importance capitale. Son objectif est de placer à tout moment la plante cultivée dans les meilleures conditions de croissance et de production.

Les soins d'entretien sont très divers. Certains sont communs à toutes les cultures, tandis que d'autres sont spécifiques. Dans cette section, nous nous limiterons aux principales interventions culturales, que nous classerons selon leur objectif.

6.4.3.1. Contrôle de la densité

- a. Le regarnissage des vides : aussi rapidement que possible après la levée, on procède au remplacement des plants qui n'ont pas germé, par une nouvelle plantation (maïs : 3-4 jours sinon l'écart à l'âge sera de plus ou moins 10 jours)
- b. Le démariage : dans certaines cultures, la densité initiale est supérieure à la densité « utile ». pour atteindre celle-ci, on élimine les plants excédentaires. Cette opération permet de sélectionner en place le maïs (de 3 à 2 graines par poquet), l'hévéa (de 3 à 1), le cotonnier (de 5 – 6 à 2-3).

6.4.3.2. Lutte contre les ennemis des cultures.

Un des problèmes le plus cruciaux en agriculture tropicale est l'incidence élevée des ennemis des cultures, dont la propagation est favorisée par l'humidité et les températures élevées. Ces ennemis peuvent être groupés en animaux et végétaux ; les premiers comprennent le gros gibier, les oiseaux, les rongeurs, les insectes (parmi les plus grands ennemis des cultures), les maladies cryptogamiques, les maladies bactériennes (et virales).

Les mauvaises herbes et les plantes épiphytes (*Loranthus*) forment le second groupe. Selon la FAO, les pertes occasionnées par ces organismes au champ sont de l'ordre de 33,8%, dont 12,3% seraient dus aux insectes, 11,8% aux maladies et 9,7% aux adventices. Sous les tropiques, les pertes peuvent être beaucoup plus importantes.

La lutte contre les ennemis des cultures fait l'objet du cours de « défense des végétaux ». nous dirons simplement, pour l'introduire, que les méthodes de lutte peuvent être préventives ou curatives. La lutte préventive ou indirecte comprend :

- L'emploi des variétés résistantes ;
- La préparation et la désignation du matériel de propagation :
 - o Enrobage des semences avec des fongicides organo-mercuriques (arachide, haricot) ;
 - o Désinfection des rejets de bananier avant la plantation par traitement insecticide ;
- Action sanitaire des pratiques culturales et pos-culturales :
 - o Le respect strict des méthodes culturales donne des plantes plus robustes qui résistent mieux aux attaques ;
 - o Le choix de sols sains pour la culture envisagée ;
 - o Le choix judicieux de la date de semis
 - o Le labour peut exposer certains parasites aux agents du milieu ;
 - o La rotation des cultures
 - o L'élimination des plantes malades ;
 - o La destruction des déchets de plantation (cotonnier).

Les méthodes culturales ou directes concernant la lutte chimiques et biologique. La lutte chimique comporte l'utilisation des pesticides (insecticides, fongicide, nématicides). C'est la méthode utilisée à grande échelle en agriculture moderne. La lutte biologique est l'emploi rationnel d'organisme, vivants (ennemis naturels) ou de leurs produits pour empêcher ou produire les pertes ou dommages causés par des organismes nuisibles.

Exemple :

- Les borers de la canne à sucre à Lotokila (méthode curative)
- La cochenille du manioc à l'IITA.

A côté de ces diverses méthodes, on peut ajouter la « lutte intégrée ». C'est un système qui, compte tenu du milieu particulier et de la dynamique des populations des espèces considérées, utilise toutes les techniques et méthodes appropriées de façon aussi compatible que possible en vue de maintenir les populations des ravageurs à des niveaux où ils ne causent pas de dommage économiques.

Les mauvaises herbes

Elles représentent une contrainte importante de la production agricole sous les tropiques, tellement leur croissance est rapide. Laisser à elles-mêmes, la plupart de cultures seraient étouffées par les adventices. Celles-ci possèdent en effet un plus grand pouvoir compétitif que les plantes cultivées.

Au cours de la saison culturale, il faut généralement 2 à 3 sarclages. Ceux-ci demandent plus de temps que toutes les autres opérations culturales. Au Congo par exemple, 50% au moins du temps de travail sont consacrés aux sarclages. En outre, l'abandon d'anciens champs à la jachère est pour une large part dû aux mauvaises herbes dont le contrôle devient plus difficile que l'ouverture d'un nouveau champ.

On reproche aux mauvaises herbes de concurrencer la culture pour l'eau, la lumière et les substances minérales. Il en résulte des réductions importantes de rendements. « Sous les tropiques, ces pertes sont 2 à 3 fois plus élevées qu'en zone tempérée ».

Elles peuvent atteindre 50% et plus.

Les adventices peuvent aussi abriter divers parasites des cultures. Certaines légumineuses sont les hôtes d' *Aphis crassivora*, le vecteur de la rosette de l'arachide. De nombreuses maladies, les méthodes de lutte contre les mauvaises herbes sont préventives ou curatives.

Parmi les méthodes indirectes, on peut citer 4 méthodes :

1. L'incinération
2. Le labour
3. La rotation des cultures
4. Le paillage.

Les méthodes directes sont :

- Le sarclage : c'est la méthode utilisée en agriculture traditionnelle, ainsi qu'on l'a déjà noté, il demande beaucoup de temps, d'où l'intérêt de la culture en lignes.
- En agriculture moderne, le sarclage est remplacé par l'usage des herbicides. Parmi les herbicides les plus employés, on peut mentionner le 2,4 D (Dichlorphenoxyacétique), utilisé contre les adventices à feuilles larges (dicotylées) dans les champs des céréales.

Si l'élimination des mauvaises herbes libère la plante cultivée de leur concurrence, elle provoque cependant la dénudation du sol, favorisant ainsi l'érosion. Pour les plantes annuelles à petits écartements, on ne peut néanmoins se passer du sarclage intégral (clean-weeding).

Dans les cultures pérennes à grands écartements, cette méthode est prohibée à cause de ses effets néfastes sur la conservation du sol. ici, on pratique d'autres types de sarclage, notamment :

- Le sarclage sélectif (select weeding) qui consiste à extirper uniquement les mauvaises herbes les plus nuisibles, spécialement les graminées ;
- Sarclage en cercles autour des plantes (ring-weeding) consiste à maintenir au pied des arbres un cercle exempt de végétation ; cette pratique à l'avantage de rendre la récolte plus facile ;
- Le sarclage en bandes (strip-weeding) qui consiste à sarcler des bandes suivant les lignes de plantation. Cette méthode facilite la circulation et le contrôle, mais entraîne des frais plus élevés.

6.4.3.3. Travail du sol

- a. le binage : se fait en remuant superficiellement le sol ; cette opération, généralement associée au sarclage, permet de casser la croûte formée à la surface du sol par l'impact des gouttes de pluies. En plus, il diminue le ruissellement améliore l'infiltration et aère le sol (figure 11).



Figure 17 : Aération du sol en cassant la croûte (binage)

- b. le buttage : certaines cultures, comme le maïs, l'arachide, les racine et tubercules demandent à être buttées. Lorsque la culture a été établie sur buttes ou billons, l'entretien comprend la réparation de ces buttes et billons (figure 12).



Figure 18 : Réparation des billons (buttage) autour de la pomme de terre

6.4.3.4. Soins à la plante

- a. le tuteurage (tomate, bananier, plantes volubiles)
- b. la taille (caféier, cacaoyer, théier)
- c. enlèvement des plantes épiphytes (arbre fruitiers, hévéa)

6.4.3.5. La fertilisation

Appliquée pendant la culture, la fumure (4.2.1.2) constitue une forme d'entretien.

6.5. La récolte

La détermination du moment de la récolte se fait selon des critères variables d'une culture à l'autre, et suivant le type de produit recherché. Dans tous les cas, le respect de ce moment est important car il influence aussi bien la qualité (caféier, palmier à huile) que la quantité du produit (cane à sucre, bananier). Suivant le produit, la récolte se fait en un, (beaucoup de plantes saisonnières) ou en plusieurs passages, par exemple hebdomadaire (les cultures pérennes). La récolte sera aussi soignée que possible, de manière à réduire les pertes.

6.6. Note sur le machinisme agricole

- dans les régions tropicales, les travaux agricoles sont encore largement effectués à la main. Ceci constitue une contrainte majeure à l'expansion de la production, car le travail manuel est pénible, long et lent, et de ce fait limité les superficies emblavées. Cela est particulièrement vrai pour des travaux comme l'abattage, le labour, la préparation de billons, la récolte et le battage.
- En agriculture moderne tous ces travaux sont réalisées par des machines appropriées : scies, tracteurs, charrues, herses, rouleaux, moissonneuses batteuses (voir cours des machines agricoles).

L'acquisition de ces engins demande des capitaux importants, et leur utilisation certaines connaissances techniques. Leur emploi réduit la fatigue, rend le travail plus attrayant, spécialise les cultures, diminue le prix de revient et surtout permet un travail soigné et rapide

Exemple :

- Une charrue polysoc tirée par un tracteur accomplit dans le même temps plus de travail qu'une charrue à traction animale
- Avec une faux, un homme fauche $\frac{1}{2}$ à 1 ha par jour, contre 6 à 8 ha avec une moissonneuse.
- Une moissonneuse-batteuse et trois aides ont un rendement équivalent à celui de 400 hommes travaillant à la main.

6.7. Agroforesterie

6.7.1. Historique

Les communautés humaines vivent sur des terroirs hérités et façonnés par l'histoire des générations qui ont précédés. Si le paysan africain a toujours été chasseur puis agriculteur et éleveur, doit-il en plus devenir « reboiseur » ?

6.7.1.1. Le Terroir autrefois

Du temps des anciens et des pères de nos anciens, la nature était suffisamment riche et pourvoyeuse. Elle se renouvelait assez vite pour satisfaire tous les besoins (eau-terre-fourrage-pharmacopée-gibier) des hommes et du cheptel domestique, alors moins nombreux.

- Les terres neuves ne manquaient pas autour des villages ;
- Le bois de feu était abondant, même à proximité des habitations ;
- La bourse était si importante et si giboyeuse qu'il fallait se protéger des fauves ;
- Les arbres fournissaient des fruits comestibles, des médicaments traditionnels, du fourrage toujours vert ;
- Les forêts servaient de réserves agricoles, vers lesquelles les villages « déménageaient » et des réserves nutritives pour survivre en cas de disette. Les ancêtres n'ont donc pas eu besoin de planter les arbres pour vivre. L'agriculture préservait les espèces de son choix, en variées et en nombre différents suivant les régions, les ethnies et les traditions. Seuls quelques manguiers, baobabs, figuiers et autres ont été plantés, en petite quantité, pour augmenter la vie au village. Les fruits de ces arbres plantés par les anciens profitent encore à leurs fils et petits-fils.

6.7.1.2. Le terroir de nos jours

Le constat est aujourd'hui terrible dans le Sahel et déjà alarmant plus au Sud ; « les arbres ne sont plus comme autrefois.

- Les femmes passent de plus en plus de temps à rechercher le bois de chauffage quand il ne faut pas le substituer par des bouses de vaches ou des résidus de battage pour cuire les repas ;
- Les charbonniers dévastent le brousse de plus en plus loin, de plus en plus fort ;
- Les produits de cueillette (tamarin, baobab, karité, ...) se paient de plus en plus cher alors qu'autrefois on les récoltait soi-même ;
- Le gibier a presque totalement disparu ;
- Les défrichements, quand il reste encore des terres neuves, sont nombreux et systématiques, certaines personnes sont autorisées à défricher des parcelles si grandes que le « désert remplace la forêt ».

- Les animaux domestiques ne trouvent plus assez d'herbes dans les pâturages de saison sèche ;
- La fertilité du sol va en diminuant quand il n'y a plus de pailles ni d'herbes en décomposition, quand il n'y a plus d'arbres dont les feuilles, fleurs, fruits, branches se décomposent à terre ;
- Enfin la force du vent soulève des nuages de poussière, les ruisseaux de pluies ravinent le sol de surface : la terre la plus riche est emportée, perdue.

Il faut se rendre à l'évidence. La présence d'arbres, autrefois en quantité suffisante et en qualité adéquate, empêchait ce constat. Aujourd'hui le processus de la désertification a de nombreuses causes parmi lesquelles il faut citer : la baisse de la pluviométrie et l'extrême irrégularité des pluies ; les conséquences de la très forte croissance démographique, l'exploitation extensive des cultures, les trop faibles prix des matières agricoles et minières à l'exportation, la ruine des forêts par les coupes charbonnières sans ménagement...

Toutefois, on ne saurait s'asseoir (à l'ombre du dernier arbre) pour attendre que toutes les conditions du développement soient réunies pour voir une « brousse florissante » réapparaître. Il nous faut anticiper et cultiver des arbres aujourd'hui pour satisfaire les besoins de demain.

6.7.2. Définition

L'agroforesterie est la pratique culturelle, ancienne et rependue en de nombreux endroits du monde, qui consiste à mettre en valeur l'espace agricole en associant les cultures ou les pâturages avec des arbres isolés ou groupés.

L'association d'espèces ligneuses avec des cultures annuelles, comme sous le nom d'agroforesterie, est ancienne en tant que pratique et récente en tant que science. Elle est largement appliquée dans l'agriculture traditionnelle et plusieurs régions tropicales. Malgré son importance, elle constitue plutôt une science descriptive à cause du manque de données quantitatives.

« Agroforesterie » est un nom collectif qui désigne les systèmes de mise en valeur des terres dans lesquelles des arbres sont produits en même temps que des denrées agricoles et/ou des pâturages et du bétail, par conséquence spatiale ou temporelle, et dans lesquels il existe interaction économique entre les arbres et les composantes non ligneuses du système.

Dans les systèmes agroforestiers, il y a donc trois ensembles de base qui sont gérés par l'homme. Pour qu'un système de mise en valeur des terres soit appelé un système agroforestier, il faut qu'il comporte des ligneux pérennes.

Devant la dégradation de l'environnement qui menace les conditions mêmes, de l'agriculture, il faut envisager de réintroduire l'arbre de manière artificielle et systématique.

Les arbres seront choisis parmi les espèces utiles ou rémunératrices et occuperont une surface volontairement limitée pour être compatible avec la production souhaitée. Puisque les conditions écologiques sont différentes du nord au sud des régions tropicales et de surcroît variable selon les années. La réintroduction des arbres sera prioritairement basée sur :

- La sauvegarde de la régénération naturelle, en zone sahélienne et sur les terres pauvres ;
- Les plantations d'arbres élevés en pépinière, en zone soudanienne ou sur des terres riches ;
- L'amélioration des pratiques par lesquelles les arbres sont coupés, exploités.

6.7.3. Classification des systèmes agroforestiers

Sur la base de l'ensemble principal, on peut distinguer trois systèmes d'agroforesterie :

- Agrosylvicole : cultures et ligneux pérennes
- Sylvopastorale : pâturage, animaux et ligneux pérennes
- Agrosylvopastorale : culture, pâturages/animaux et arbres
 - a. système agrosylvicole

Système amélioré de culture itinérante culture en couloirs (entre des haies) ; culture en étage, arbres d'ombrage pour les plantations ; mélanger de culture de plantation ; Toeungya, coupe-vents

b. Système sylvopastorale

Talus fourragers (arbres à usages multiples, espèces légumineuses), arbres fourragers cultivés dans des exploitations ou tout autour ; haie vives fourragères ; arbres et arbustes sur des pâturages, production intégrée d'animaux et de bois.

c. Système agrosylvopastorale

Mélanges arbres-bétail-cultures autour de la concession (culture de cases) ; agricultures couloirs, haies d'arbres à usages multiples pour alimenter le bétail, fertiliser et conserver le sol ; production intégrée d'arbres, de pâturages et de bétail.

Les critères les plus fréquemment utilisés dans la classification des systèmes agroforestiers sont fondés sur la disposition spatiale et temporelle des plantes cultivées dans le système.

La disposition spatiale des plantes dans les systèmes agroforesteries peut entraîner des situations aussi denses et mélangées que celle observées dans la culture de case, ou bien des parcelles parsemées d'arbres avec des cultures ou des pâturages comme celles observées en milieu paysan, les espèces associées peuvent être cultivées en zones ou en bandes de diverses largeurs (Vargara, 1987).

Il existe plusieurs forme d'agroforesterie en zones, elles varient des dispositions en microzones (rangs alternés), par exemple aux dispositions est en macrozones.

Une forme extrême de la disposition en zones est la plantation de haies d'arbres le long de la bordure des parcelles pour produire des fruits, du fourrage, du bois de chauffage, du matériel de clôture, pour conserver le sol ou se protéger du vent.

La disposition temporelle des plantes dans un système agroforestier peut également revêtir diverses formes. Un exemple extrême de disposition temporelle serait la culture itinérante, avec un cycle de culture bref et distinct et un long cycle de jachère ou de culture en relais d'arbres avec des cultures, comme c'est le cas dans le système *Taungya*.

Nair (1985) a également suggéré la classification fonctionnelle de l'agroforesterie sur la base de ses attributs pour une production alimentaire durable. Dans ce système de classification, en plus de son importance pour la production, les services que rend l'agroforesterie dans la lutte contre l'érosion du sol et son rôle dans la promotion d'une production durable pris en compte.

Des critères socio-économiques, tels l'échelle de production ainsi que le niveau de gestion et d'apport technologique ont été utilisés pour classer les systèmes agroforestiers. L'on peut distinguer trois systèmes dans ce domaine :

- Les systèmes commerciaux
- Les systèmes intermédiaires,

- Les systèmes de subsistances

Le terme commercial est utilisé, là où la promotion de marchandises est le principal but du système. L'on peut citer l'exemple des plantations commerciales où il y a une production secondaire de cultures vivrières.

Les systèmes agroforestiers intermédiaires sont à mi-chemin entre les systèmes les systèmes de production commerciale et les systèmes de subsistance.

L'on parle de systèmes agroforestiers de subsistance lorsque la mise en valeur des terres vise directement à satisfaire les besoins fondamentaux et est gérée essentiellement par le propriétaire occupant et sa famille.

Les cultures de rente et la vente des surplus ne sont qu'additionnelles ;

- La formation de tous (paysans, vulgarisateurs, cadres) est un élément indispensable mais à faire valoir, si non elle reste lettre morte.
- La diffusion des différentes observations et des expériences menées par les villageois est primordiale, comme élément de connaissance et élément de dynamique.
- Le suivi des actions par l'encadrement dans les champs sous le soleil doit-être absolument régulier et fréquent
- Les visites paysannes, entre villages ou régions différents sont à promouvoir.
- Toute approche marchande de la participation paysanne (en vivre, en primes) est à proscrire sauf dans les situations écologiques ou économiques d'urgence dans lesquelles les populations ne peuvent déjà pas satisfaire leurs besoins vitaux.

6.7.4. Principes de vulgarisation agroforestière

6.7.4.1. Cibler la vulgarisation

L'impact de l'arbre sur l'environnement ne sera réel que si des millions d'arbres sont plantés sur des dizaines de milliers de parcelles. L'agroforesterie, pour réussir, doit devenir une activité régulière pratiquée par tous.

Or, l'adhésion des agriculteurs n'est pas gagnée pour ces nouveaux travaux puisqu'ils demandent un investissement en temps, en force et en argent. De plus, les résultats attendus ne seront réels.

Les premières actions en agroforesterie sont donc « condamnées à réussir » pour convaincre de leur faisabilité. Au départ, la qualité du travail mené primera sur la quantité des travaux réalisés.

Les techniques, dérivées des connaissances actuelles en foresterie et en arboriculture, sont simplifiées sans être simplistes, afin de s'adapter les plus possible à la réalité paysanne. Par contre toutes les étapes influant discrètement sur la réussite des résultats seront ici soulignées.

En comparaison des productions agricoles, l'agroforesterie souffre d'un manque de références techniques : la recherche forestière est relativement jeune en zone tropicale sèche, elle s'est encore peu penchée sur les espèces locales, sur les systèmes de productions mixtes (agro-sylvo-pastoralisme) ; la multiplicité des situations écologiques, ethniques et économiques rend les données de base complexe, de plus un très grand nombre d'espèces forestières et fruitières sont intéressantes à promouvoir et à étudier.

Le contenu du présent cours est donc à être élargi ou modifié en fonction des compétences, des expériences et des résultats de chacun.

6.7.4.2. Adapter la méthodologie

Toute structure œuvrant pour le développement rural et désirant inclure des actions pour l'agroforesterie agira avec une méthodologie établie. Le présent manuel n'a pas pour objet d'aider à définir ces méthodologies ; néanmoins chacun gardera à l'esprit quelques principes indispensables.

La sensibilisation ne saurait constituer un volet groupe trop important. Elle sera plutôt menée en continu sur l'année et en parallèle des actions.

6.7.5. Avantages et inconvénients

6.7.5.1. Avantages

Les arbres sont une richesse pour l'homme. Ils apportent plusieurs solutions à nos problèmes. Nous pouvons les associer aux cultures ou à l'élevage pour plusieurs motifs réels. Les cas concrets où l'association profite à l'homme sont nombreux :

- Les arbres fertilisent le sol de son champ ; ainsi l'homme peut produire plus,
- Ils protègent son champ et sa maison contre les érosions et les vents violents ;
- Ils produisent du fourrage pour les animaux et de la nourriture pour l'homme ;
- Ils donnent de l'ombre et abritent ainsi l'homme et les animaux contre le soleil ;
- Ils donnent du bois qui sert au chauffage, à la construction, à la fabrication des meubles et des statues ;
- Là où il y a des arbres, on trouve du gibier, des chenilles, des champignons, etc.
- Les arbres permettent de délimiter des terrains, pour prévenir ou résoudre des conflits de terre.

L'agroforesterie n'a pas que des avantages. Vous devez aussi connaître ses limites, ses inconvénients et les conditions à satisfaire pour la réussir.

6.7.5.2. Inconvénients

- Les résultats qu'on attend de l'agroforesterie viennent un peu tard, c'est seulement après deux ans que vous pouvez avoir les premiers effets
- Si vous associez mal les arbres aux cultures, ces dernières ne peuvent pas bien se développer ou produire.
- L'association des arbres aux cultures ou à l'élevage demande beaucoup de travail et un peu plus de moyens
- Pour réussir, l'agriculteur ou l'éleveur doit réaliser toutes les opérations de culture avec soin et au bon moment
- Les feux de brousse détruisent facilement et rapidement la forêt des arbres plantés si on ne la protège pas.

- Les serpents qui se réfugient dans cette forêt sont un danger pour les hommes et les animaux.
- On constate souvent que les foudres tombent là où il y a beaucoup de hauts arbres.

6.7.6. Conclusion

Au niveau scientifique :

- Les pratiques agroforestières, bien que très anciennes dans le monde paysan, sont peu connues et sous entendent une approche pluridisciplinaire des systèmes d'utilisation des terres et des essences forestières résistantes et fixatrices d'azote (en particulier pour concilier deux disciplines jusque là très distinctes, l'agronomie et la sylviculture).
- Quelques utilisateurs intervenant dans des programmes agroforestiers qui se recherchent encore.
 - CATTF : Centre d'Agronomie Tropicale et d'Investigation en Fuseneriza (existe depuis 1973 à TURRTAIBA au Costa Rica)
 - ICRAF : International Council of Research in Agroforestry ; (existe depuis 1978 à Nairobi au Kenya)
 - Instituts Internationaux: ITAT au Nigeria IICA Tropicals au Brésil UNESCO au Gabon.

Travail

1. De quoi est fonction l'implantation d'une culture ?
2. Donner les avantages et inconvénients de l'agroforesterie
3. Combien de systèmes agroforesterie existe-t-il cités les sans entrée trop en détail
4. Quel est le rôle de la profondeur de semis et quels sont les inconvénients d'un semis profond
5. Différencier l'assolement de la rotation de cultures
6. Pour lutter contre la chenille défoliante de la patate douce, on recommande 20 kg.ha⁻¹ d'un mélange de 15 kg de DDT à 10% et 5 kg de Parathion à 3%. Les quantités de

matières actives contenues dans les deux produits et celle qu'il faut épandre sur 20 hectares sont respectivement :

A. 1,5-0,15-340

B. 1,5-1,5-170

C. 15-0,15-340

D. 10-5-400

E. 0,15-15-400

7. Chez *Manihot esculenta*, l'écimage provoque une ramification importante des tiges. Cette technique peut-elle remplacer le microbouturage en assurant une production importante des tiges à vendre comme bouture ? Argumentez votre réponse en vous appuyant sur un cas concret si possible
8. Quelle est l'importance du buttage chez *Zea mays* L. ?
9. Un agriculteur a apporté à 1 Hectare de Bananier les quantités d'engrais suivants :
 - 800 kg d'Ammonitrate (33,5% N)
 - 1200 Kg de nitrate de potasse (13 – 0 – 46)
 - 600 Kg de MAP (11 – 55 – 0)
 - 300 Kg de nitrate de Chaux (15,5% N – 30% CaO)
10. La prolifération de maladie pendant la saison pluvieuse à pousser les agriculteurs à pratiquer la culture de tomate lors de la saison sèche, cette pratique bien que salvatrice entraîne un recours à l'irrigation pour remplir le besoin en eau de la tomate qui s'élève à 60m³/ha. Déterminer la quantité que doit prévoir un agriculteur pour couvrir une surface de 30 ares. Si la fréquence d'arrosage est la même pour toute la période culturale, déterminer l'apport journalier.

CHAPITRE 7. NOTIONS D'ÉCONOMIE AGRICOLE

Définition : l'économie agricole est une branche de l'économie rurale qui étudie l'économie de la production, de la distribution et de la consommation des produits agricoles.

Le terme « agricole » se rapporte à la terre cultivée, à ceux qui l'exploitent et à ceux qui en vivent directement. Le terme « rural », très extensif, s'applique à l'ensemble de la vie dans les villages ou à l'ensemble de la campagne, où peut primer l'activité agricole, mais où peuvent habiter des ouvriers et des employés qui se déplacent vers la ville ou le centre industriel ou de services où ils exercent leur activité, des artisans, des commerçants, des représentants de professions libérales.

Le rôle de l'agronome est notamment de produire le plus de matière utile au meilleur prix de revient, à l'aide des végétaux (animaux...) et dans des conditions données.

7.1. Facteurs de production

Trois facteurs de production entrent en jeu en économie agricole, il s'agit de : capital, travail et terre.

7.1.1. Le capital

La source du capital détermine les modes d'exploitation en agriculture. Le mode de faire valoir est la nature des liens contractuels qui existent entre le détenteur du droit d'usage sur une terre, et le détenteur de la maîtrise foncière sur cette terre.

- Faire valoir direct : le propriétaire du fonds et des moyens nécessaires gère son bien comme une entreprise personnelle avec l'aide de salariés dans les exploitations importantes, ou bien grâce à la seule participation familiale dans les fermes d'importances réduites. C'est à propos de cette question, de l'importance de l'affaire que l'on parle de domaines ou de simples fermes. Le propriétaire a seul la maîtrise foncière sur cette terre.
- Faire valoir indirect : le propriétaire du fonds et des immeubles les loue à un exploitant suivants un arrangement passé entre eux. On peut citer les cas de faire valoir indirects suivants :

- Fermage : l'emprunteur cultive la terre moyennant une redevance fixe versée au détenteur de la maîtrise foncière.
- Métayage : l'emprunteur cultive la terre moyennant une part de la récolte.

7.1.2. Le travail

En économie rurale, le travail est considéré en soi et non pas comme apport, comme mise en œuvre du capital. Suivant qu'il y a prestation nombreuses et fréquentes sur des surfaces en vue de rendements élevés ou répétés à intervalles données, nous aurons à faire à agriculture intensive ou extensive. La première est le propre des pays surpeuplés où les fermes sont petites et exploitées à fond, la seconde se rencontre dans les pays vastes et s'applique à de grandes entreprises de caractères industrielles (Mangombo, Swanepoel, Kaniama Kasese,..)

L'intensification de l'agriculture conduit à la semi-mécanisation ou à la mécanisation. La mécanisation permet de remplacer des bras humains et des machines simples à traction animale, par de moteurs puissants actionnant des engins divers et des outils de toutes sortes (tracteurs, moissonneuses, ...).

Elle permet aussi le travail sur grandes surfaces avec un personnel réduit, en combinant plusieurs opérations à la fois.

Les inconvénients qu'elle présente du fait des investissements élevés, des frais de carburants et d'entretien, du manque du fumier de ferme par la suite de la réduction du nombre d'animaux devant être largement compensés par les avantages énumérés plus haut.

- La force de travail de l'UPF (Unité de Production familiale) se décompose en : d'une part, force de travail domestique (celle des membres de l'UPF), d'autre part, force de travail extérieure à l'unité de production mais venant s'investir sur les parcelles mises en culture par les membres de l'UPF. Par ailleurs, il faut noter que la force domestique de travail n'investit pas nécessairement tout les efforts dans l'agriculture (activités extra-agricoles) ni même sur les champs de l'UPF (activités agricoles extérieures à l'UPF, émigration saisonnière).
- L'unité généralement utilisée est « journée de travail humain (JT) ou Homme jour (HJ). Il faut préciser la durée moyenne effectivement consacrée à un travail agricole par un actif agricole.

Les actifs agricoles et Ménages agricoles

Actifs agricoles

Cette notion s'applique à l'emploi d'un homme adulte et valide en journées de travail agricole. L'âge considéré varie généralement entre 15 et 55 ans. Cette notion devra systématiquement être précisée pour chaque région étudiée.

La force de travail des femmes et des enfants est souvent calculée à défaut d'analyses spécifiques, en appliquant les coefficients d'équivalence suivants :

- 1 homme adulte : 1 actif agricole
- 1 femme adulte : 0,7 actif agricole
- 1 enfant, 1 viellard : 0,5 actif agricole

Ces normes sont théoriques et peuvent être modifiées en fonction des caractéristiques du milieu.

Ménage agricole

Un ménage est un groupe de personnes apparentées ou non, vivant ou non sous le même toit ou dans une même unité d'habitation : d'une façon généralement, elles ont des ressources mises en commun et satisfont en commun à l'essentiel de leurs besoins vitaux. En général, elles agissent sous l'autorité d'une d'entre elles qu'elles reconnaissent comme étant le chef ou le représentant du groupe. On appelle cette personne le chef de ménage.

Un ménage agricole est ménage dans lequel au moins une personne possède une activité économique principalement en agriculture. Généralement, le ménage agricole est confondu avec l'exploitation agricole traditionnelle. La notion de ménage agricole est plus utilisée en économie rurale est en statistiques agricoles.

Associations agricoles

Selon la forme d'organisation des agriculteurs, on distingue diverses associations agricoles suivantes :

- Le paysannat : une forme d'organisation de l'économie rurale dans laquelle, avec le concours des pouvoirs publics, des groupes de familles rurales mettent systématiquement pour leur compte des terres où elles s'établissent à demeure. Les buts du paysannat peuvent être agricoles (conserver la fertilité, social (stabiliser la population), économique (augmenter et valoriser la production).
- Les coopératives : plusieurs auteurs ont annoncé diverses définitions qui nous amènent à constater qu'une coopérative peut être synthétiquement définie comme suit : « une entité économique mise sur place par les membres d'une façon démocratique et responsable en vue d'accéder à des avantages qu'ils ne pouvaient pas s'assurer individuellement par l'usage exclusif des biens produits et/ou des services rendus par cette unité économique » selon les buts poursuivis, on distingue plusieurs types de coopératives dont :
 - Coopérative de crédit
 - Coopérative d'épargne
 - Coopérative d'écoulement
 - Coopérative de consommation ou d'achat
 - Coopérative de production
 - Coopérative d'amélioration des conditions de vie

Une coopérative peut poursuivre un ou plusieurs buts (Epargne et crédit, production et écoulement...).

7.1.3. La terre

L'étude de ce facteur de production examine les éléments suivants :

- a. Superficies : les principales notions utilisées sont : superficie agricole utile, superficie agricole totale, superficie cultivée, superficie récoltée.
- b. Parcelles, champs : la parcelle est la portion cultivée pendant l'année agricole ; le champs est une portion de terrain comprenant une ou plusieurs parcelles, entourée de terres non cultivées, de limites naturelles ou de terres cultivées dans le cadre d'une autre unité de production.

La dimension des champs et des parcelles est très souvent liée à la culture et aux méthodes de travail. La forme des champs est très importante à étudier car elle peut orienter des améliorations techniques ou expliquer les méthodes pratiquées.

- c. L'occupation des terres de l'exploitation : rotation, assolement, cultures associées, cultures intercalaire, cultures successives, jachère...

7.1.4. Éléments de calcul de production avec usage d'engrais chimiques

- Conventionnellement les sacs d'engrais chimiques, commercialisés présentent 50kg. Il est marqué sur le sac la formule d'engrais et/ou le nom de l'engrais.
- La main d'œuvre est estimée en HJ qui représente le nombre d'heures de travail agricole au cours d'une journée pour une opération culturale précise.
- Le rendement de production exprimé en kg ou tonne par ha représente la quantité produite par unité de surface, qui est 1 ha.
- La formule d'engrais renseigné sur le sac représente les unités fertilisantes dans un contenu de 100 kg d'engrais

Ex : 18-46-0 : 18 unités de N_2 , 46 unités de P_2O_5 et 0 unité de K_2O dans 100 kg d'engrais

Usage de 50 kg des engrais 18-46-0, les unités correspondantes utilisées sont 9-23-0 soit 9 unités de N_2 , 23 unités de P_2O_5 et 0 unités de K_2O

Travail

1. De ces trois facteurs de production (capital, travail et terre) le quel est le plus important
2. Différencier le métayage du fermage
3. Que détermine la source du capital en agriculture
4. La terre comme facteur de production examine :
5. Ir Eraston se lancé dans la production maraichère avec comme culture phare l'aubergine et pour ambition emblavé une superficie 2 ha uniquement avec les ressources venant de son site maraicher, sachant qu'il a débuté avec une superficie de $10m^2$ et qu'il pratique sa culture 3 fois l'an gagnant ainsi $1\$/m^2$. Combien de temps lui faudra-t-il pour atteindre son objectif si les dépenses pour emblaver 1 ha s'élève à 1000\$.
6. Pour s'enrichir et lutter contre le chômage, 5 Ir se sont mis en coalition pour créer une entreprise agricole avec un budget de 300\$, la production de carotte étant leur activité,

sachant que le kg revient 2\$ et le rendement est de 6 t/ha aux écartements de 20*20 cm, et que la production sur 1 ha exige un investissement de 1000\$. Quelle superficie doivent-ils emblavée avec leur budget, quel rendement et somme obtiendront-ils.

7. Ir Eraston et Ir Mukendi se lancent dans la production semencière de l'oignon, sachant que cette pratique donne en moyenne 800 kg de semence/ha et que le prix de 10 gr revient à 2500fc, alors que le rendement moyen de bulbe avoisine le 12,5 t/ha et 10 kg de bulbe se vend à 5\$. Calculer la marge de bénéfice qu'ils obtiendront comparativement à celui qui se lance dans la production de tubercules.
8. La culture de pomme de terre exige 2 tonnes de semences pour sa production et donne un rendement de 18 tonnes, les coûts y afférant peuvent s'élever 2000\$. Calculer le bénéfice que gagne le producteur si la vente est fixée à 5\$ pour 4 kg.
9. Le RVC compare la rentabilité des nouveaux traitements au traitement de référence bien connu par les paysans. C'est donc le rapport entre l'augmentation du rendement du nouveau traitement et le coût de fertilisant du même traitement: $RVC = \frac{\text{valeur de l'augmentation du rendement}}{\text{coût du fertilisant}}$. Si le rapport valeur/coût dépasse 1, l'engrais est rentable, mais la rentabilité est excellente lorsque RVC est ≥ 3 . L'indice d'acceptabilité (IA) identifie le meilleur traitement facilement adoptable par les paysans. Cet indice compare la rentabilité des nouveaux traitements au traitement de référence bien connu par les paysans. C'est donc le rapport des bénéfices des deux traitements: $IA = \frac{\text{Bénéfice du traitement}}{\text{Bénéfice du témoin}}$. Ainsi : Si $IA < 1,5$ le traitement est rejeté ; Si $1,5 \geq IA \leq 2$, le traitement est adopté avec réticence et Si $IA > 2$, le traitement est facilement adopté.

Dans une étude portant sur les effets combinés de feuilles de *Tithonia diversifolia* et les engrais minéraux sur le rendement du maïs, les résultats suivants ont été obtenus : T0=2000kg ; T1= 4400 kg ; T2= 3000 kg ; T3=3950 kg ; T4=5500 kg et T6=5600 kg. Le coût des engrais chimiques est celui observé sur le marché local

(55\$/50 kg pour le NPK 10-20-10 et 50\$/50kg pour l'urée). Le coût de la main-d'oeuvre pour collecter, transporter et incorporer les feuilles de *Tithonia diversifolia* ont été évalués à 48\$ alors que le transport et l'épandage des engrais minéraux ont été évalué à 10\$/50 kg. Le prix moyen d'une tonne de maïs dans les différents marchés de Lubumbashi est d'environ 250\$. Calculez le RVC et l'IA pour cet essai.

Légende: T0: sans engrais minéral, sans *Tithonia*; T1 (0FTd , 150 kg 10-20-10 et 150 kg urée); T2 (0FTd , 75 kg 10-20-10 et 75 kg urée); T3 (2,5 t/ha de FTd); T4 (5 t/ha de FTd); T5 (2,5 t/ha de FTd, 75 kg 10-20-10 et 75 kg d'urée).

CHAPITRE 8. REGARDS SUR L'AGRICULTURE CONGOLAISE

8.1. Potentialités

Le Congo dispose d'importantes potentialités agricoles, halieutiques, forestières, hydro-électriques et géologiques.

L'étendue du pays et la variété des conditions agro-climatiques favorisent la production d'une large gamme de denrées alimentaires et le développement de l'élevage de gros et petit bétails.

En effet, son territoire comporte près de 80 millions d'hectares de terres arables et environ 170 millions de terres de forêts et pâturages à même de soutenir un élevage de 30 à 40 millions de bovins.

Ses eaux continentales renferment un potentiel de production halieutique évaluée à 700.000 tonnes de poissons par an.

Le massif forestier du pays comprend environ, 125 millions d'ha, soit 50% de la totalité tropicale africaine.

Les formations forestières recèlent une faune riche et variée susceptible de soutenir une grande activité touristique, en même temps qu'elle constitue une grande réserve de ressources protéiniques.

S'agissant du potentiel hydro-électrique, il est évalué à 106.000 MW ou l'équivalent de 300 millions de tonnes de pétrole par, près de la moitié de ce potentiel est concentrée sur le site d'Inga, le reste est réparti sur le reste du territoire national.

Le pays possède également un important potentiel géologique. Les substances minérales les plus exploitées sont le cuivre, le cobalt, l'or, le diamant, le manganèse, le zinc, etc...

Le Congo produit le pétrole depuis 1976. Outre le pétrole, il regorge d'importantes réserves de gaz méthane (lac Kivu), du schiste bitumeux (Province Orientale) et de sables asphaltiques à Mavuma (Bas-Congo).

Selon les estimations de l'institut National de la Statistique (en 2010), la population du Congo est d'environ 72,140 millions d'habitants dont près de 70% vivent en milieu rural.

8.2. Evaluation de la situation de la sécurité alimentaire au Congo

8.2.1. Définition

La sécurité alimentaire est la capacité d'un pays à garantir l'accès à un approvisionnement alimentaire suffisant, équilibré et régulier à toutes les couches de sa population.

8.2.2. Disponibilités alimentaires sur base de la production

8.2.2.1. Produits vivriers

Au Congo, l'agriculture vivrière fournit la majeure partie des denrées alimentaires de base. De 2005 à 2010, la production annuelle des principales cultures vivrières (manioc, maïs, riz paddy, haricot, arachide et banane plantain) à oscillé entre 17.410.730 et 17.500.938 tonnes environ, soit un accroissement annuel moyen de 0.1%. Cette production est restée dominée par le manioc qui est intervenu en volume, à concurrence de 85% environ suivi du maïs (7%) et de la banane (2%).

La production vivrière s'effectue dans le cadre d'une agriculture pluviale de type paysan, faible consommatrice d'intrants améliorés.

8.2.2.2. Les féculés (racines et tubercules)

Le manioc, la patate douce, l'igname, la pomme de terre et le taro interviennent pour plus 80% approximativement dans la production vivrière totale. Le manioc est cultivé sur environ 50% de la totalité des terres cultivées au Congo et fournit à 70% de la population, 60% des calories. Les racines de manioc sont essentiellement une source d'aliments glucidiques tandis que ses feuilles constituent une source importante des vitamines et des oligo-éléments. La production des racines de manioc est d'environ 16 à 18 millions de tonnes par an.

8.2.2.3. Les céréales

Le maïs et le riz sont les principales cultures céréalières du pays. Ce sont des cultures de prédilection dans le Bandundu, les deux Kasai et le Katanga pour le maïs et dans les régions forestières du Bandundu, de l'Equateur, de la province orientale, du Maniema et du Sankuru pour le riz.

Bon an, mal an, leur niveau de production accuse un déficit par rapport aux besoins de consommation du pays. Leur production globale est passée de plus de 1500000 tonnes en 2005 à plus de 1600000 tonnes en 2010, soit une augmentation de 6,6%.

8.2.2.4. *La banane plantain*

Troisième en importance après le manioc et le maïs, la production de la banane plantain est prédominante dans les zones forestières de l'Equateur et de la province orientale ainsi que dans les provinces du Nord et du Sud-Kivu. La banane plantain est l'une des principales sources de glucides dans l'alimentation des congolais. Sa production progresse faiblement ; elle est passée de 487110 tonnes en 2005 à 491304 tonnes en 2010, soit un taux d'accroissement de 0,2% par an.

8.2.2.5. *Les oléagineux*

L'arachide est principalement cultivée dans les zones des savanes et entre dans la rotation des cultures en associations avec le maïs, le manioc... Sa production accuse une tendance continue à la hausse passant de 368110 tonnes en 2005 à 371263 tonnes en 2010. Cette production couvre largement les besoins de consommation du pays.

L'huile de palme est produite principalement dans les provinces de Bandundu, de l'Equateur, de la Province orientale et du Kasai occidental. La production essentiellement agro-industrielle n'arrive pas à couvrir les besoins de consommation nationale estimés à 359.980 t en 1985, 406.100 t en 1989 et 499.000 t en 1994 contre une production artisanale et domestique a supplée en absorbant le déficit relevé ci-dessus dans la production agro-industrielle à telle enseigne que le pays est globalement excédentaire huile de palme.

8.2.2.6. *Produits d'élevage.*

Les productions de l'élevage du Congo sont très insuffisantes au regard des besoins de consommation de sa population toujours croissantes. Le tonnage de viande produite localement au cours des cinq dernières années a oscillé entre 168.908 et 167.866 t. Le niveau actuel de consommation des produits animaux est de 7,9 kg/an/tête dans les grands centres urbains.

8.2.2.7. Produits de la pêche

Le potentiel halieutique exploitable annuel est de 707.000 tonnes alors que la production annuelle est d'environ 220.000 tonnes, soit un taux de production de 30%. Cette production correspond à une disponibilité moyenne annuelle de 5,2 kg/tête/an. Ce qui est inférieur aux normes de la FAO.

8.2.2.8. Produits forestiers non ligneux

Pour ce qui concerne les produits forestiers non ligneux, leur récolte est pratiquée par les populations rurales avec des techniques simples. Ces produits constituent une partie importante de la biodiversité destinée à l'alimentation. Il s'agit notamment de la viande de chasse, des produits de la cueillette (fruits, champignons, chenilles, tortues, escargots, etc..)

Malheureusement, les quantités au niveau de la production nationale ne sont ni connues, ni comptabilisées.

8.3. Analyse des causes de fluctuation de production

8.3.1. Facteurs climatiques et non climatiques

Des variations saisonnières et/ou annuelles sont observées dans le système de production agricole au Congo. La position du pays à cheval sur l'Equateur fait que lorsqu'on sème dans le nord, l'on récolte dans le sud. Il existe également d'importantes variations liées au cycle de production de différentes denrées.

Les pluies constituent le facteur déterminant des variations saisonnières de la production vivrière dans la mesure où la presque totalité des travaux agricoles (semis, travaux d'entretien et récolte) s'effectuent durant les saisons des pluies ; la saison sèche étant propice à la production maraîchère essentiellement et aux travaux pré-culturaux (délimitation des champs, défrichage et labours

Le Congo a connu au cours de la décennie écoulée une série des catastrophes agricoles qui ont eu une incidence négative sur la production agricole ; il s'agit notamment de :

- La sécheresse de 1984 dans le nord du pays, particulièrement au nord et au sud Kivu ainsi que dans les zones de Djugu et Mahagi dans la sous-région de l'Ituri dans la province Orientale ;
- L'invasion des criquets migrants et des sauterelles qui ont ravagé des étendues énormes des champs de riz dans la Province Orientale ;
- Les graves inondations de 1989 à Monga dans la zone de Manono au Katanga ;
- La grêle destructrice de 1990 au Sud-Kivu dans les zones de Kabare et Walungu ;
- L'ouragan et la grêle de 1992 qui se sont abattus sur les zones de Rutshuru au Nord-Kivu.

D'autres catastrophes de moindre ampleur ont contribué également à des degrés divers, à la dégradation des approvisionnements alimentaires à travers tout le pays. Il s'agit notamment des épiphyties (ex mosaïque de manioc, chenilles, etc...) et des épizooties dans le domaine animal telle que la peste bovine, la fièvre aphteuse de 1989 dans l'Ituri, la brucellose de 1990 dans le Nord-Kivu, la pseudo-peste aviaire, etc...

8.3.2. Etats des infrastructures

Les infrastructures socio-économique de base directement liées à la production (routes, ponts, ...) ainsi que les dispositifs de stockage accusent une vétusté et un état de délabrement avancés. Faute des routes praticables, d'importantes zones de production céréalière (Mongala, Bas-Uèle, Maniema et Sankuru) se sont trouvées dans un état de semi-enclavement qui a freiné l'élan de leurs productions.

Le stockage au niveau de la production fait annuellement défaut. Le paysan vend toute sa production aussitôt la récolte terminée à telle enseigne que lors de la période de soudure, il se voit contraint d'acheter au marché les mêmes vivres. Les stock-relais au niveau des centres d'expéditions existent le long des chemins de fer, des voies fluviales et lacustres, tout comme chez les demi-grossistes au niveau de la distribution en milieu urbain.

8.3.3. Financement du secteur agricole

Plusieurs expériences de crédit agricole ont été tentées au Congo. Elles s'adressaient au financement de la production agricole dans son ensemble. Cependant, elles ont pour la

plupart, servi au financement de l'agriculture moderne et de l'agro-industrie au détriment de l'agriculture paysanne.

En effet, les structures mises en places ont été conçues comme des institutions bancaires avec toutes les fonctions y afférentes.

C'est ainsi qu'on peut, à titre d'exemple, noter que sur 58% du volume total encours des crédits destinés à l'agriculture, 3,5% ont été affectés à la campagne des produits agricoles, 0,7% à l'élevage et 2,0% à la pêche.

Par ailleurs l'ensemble des allocations budgétaires au secteur agricole au titre de financement du secteur public, ont été en diminution constante. Depuis, 1980 les budgets des Ministères responsables du secteur agricole ont représenté moins de 5% du budget total de l'Etat.

8.3.4. Les intrants agricoles

L'une des causes du déclin du secteur agricole au cours de la dernière décennie au Congo est la faible utilisation des intrants agricoles (les semences améliorées, les engrais, les pesticides, les intrants vétérinaires et de pêche).

8.3.4.1. Les semences améliorées (commerciale)

La plupart des semences utilisées actuellement accusent un état de dégénérescence avancée qui entraîne souvent une baisse sensible des rendements des cultures. Ceci pénalise le paysan dans ses efforts, réduit ses revenus, le démotive et provoque une chute générale de la production, compromettant ainsi la sécurité alimentaire.

Par ailleurs, les services qui étaient chargés de la production des semences améliorées de cultures vivrières (CAPSA et INERA) ne fonctionnent presque plus, faute de moyens (matériels agricoles en panne manque de carburant, d'engrais, de pesticides et d'encadrement adéquat).

Ceci a comme conséquence la difficulté de renouveler la totalité des semences utilisées dans le pays et les quelques productions réalisées dans l'ensemble du pays restent inférieures aux besoins en ces intrants.

En effet, en prenant par exemple, pour le maïs, une superficie de 705.700 ha au moins et une quantité moyenne de 20 à 25 kg de semences/ha et pour le riz, une superficie de 278.700 ha au moins et une quantité moyenne de 35 kg de semences améliorées étaient, au total, supérieures à 34.000 tonnes en 2005. Or, la production totale de semences améliorées en riz et maïs pour la même année n'était que de 3000 t. D'où un sérieux déficit de l'ordre de 30.000 tonnes enregistré.

Signalons que si les différentes stations de SENASEM avec un réseau de 8 fermes semencières primaires implantées dans 7 provinces du Congo actuellement fonctionnent encore, grâce à l'appui financier du PNUD/FAO, elles n'ont ni les moyens humains, ni la vocation d'assurer elles-mêmes la multiplication des semences de base, rôle qui n'a guère été confié aux sociétés privées, organismes confessionnels, coopératives et sociétés agro-alimentaires.

8.3.4.2. Les engrais et autres intrants

La régénération de la fertilité du sol, en agriculture traditionnelle, se fait généralement par recours à la jachère, la rotation et dans une certaine mesure, à l'enfouissement des débris végétaux.

Mais l'efficacité de ces pratiques s'est toujours révélée limitée et, en vue d'accroître le rendement des cultures, le gouvernement a mis en place, avec la collaboration de la FAO un programme visant l'introduction des engrais dans les milieux ruraux avec le concours du Service National des Fertilisants et Intrants Connexes (SENAFIC).

A l'heure actuelle, on assiste à une utilisation de plus en plus importante des engrais chimiques qui n'étaient guère destinés aux exploitations agro-industrielles.

Les besoins des agriculteurs en engrais chimique sont élevés compte tenu de la nécessité d'intensifier la production dans certaines régions surpeuplées, de la pauvreté et de la fragilité des sols.

Or, le Congo ne dispose pas encore d'une usine de fabrication d'engrais chimiques. Toute sa consommation est assurée par l'extérieur. L'importation porte essentiellement sur les engrais

simples (ex. Urée 46% d'azote, le super-phosphate triple, 46% de phosphore, le chlorure de potasse 6% de potasse), et les engrais complexes (NPK).

Signalons que l'utilisation des engrais chimiques dans les milieux ruraux, reste limitée par le prix toujours croissant non seulement avec la dépréciation monétaire mais aussi avec l'augmentation du coût de transport maritime et de transport intérieur. Il en est de même pour les produits phytosanitaires, les intrants vétérinaires et de pêche.

8.3.5. Questions liées aux spécificités de chaque sexe

Dans le milieu rural, la population féminine constitue une main d'œuvre évaluée à 51,1% de la population active. La tâche des hommes dans les zones forestières consiste à l'abattage de la forêt, au débardage et à l'incinération ; les autres travaux sont assurés par la femme jusqu'à la récolte.

En savane, tous les travaux de défrichage à la récolte sont effectués par les femmes qui y consacrent jusqu'à 8 heures par jour. À la lumière de ce qui précède, nous pouvons affirmer que la production vivrière est assurée essentiellement par la femme.

Cette capacité de production est malheureusement handicapée par la forte intensité de travail au champ et à la maison. Il est à signaler que le faible niveau de formation de la femme qui ne lui permet pas de s'épanouir et d'appréhender les nouvelles méthodes culturales.

8.3.6. Mouvement des populations affectant la production (les réfugiés et les déplacés)

Les mouvements des populations par l'afflux massif des réfugiés et les guerres interethniques dans les zones d'élevage et de cultures ont fortement diminué les disponibilités alimentaires dans ces zones habituellement pourvoyeuses en denrées vivrières des grands centres de consommation.

À titre illustratif, l'effectif des élevages bovins de la seule région du Nord-Kivu est passé de 430.000 têtes en 2005 à moins de 30.000 têtes en 2010 suite à la consommation élevée enregistrée, au transfert incontrôlé du bétail, aux vols, pillages et abattages sans normes zootechniques (abattages des femelles et veaux).

Les stocks de poissons des lacs de l'Est (Lac-Kivu, Edouard et Tanganyika) ont été, ces dernières années, affectés par la présence des réfugiés rwandais et burundais. D'une manière générale, la pression exercée par ces réfugiés sur les disponibilités alimentaires dans les marchés locaux a eu comme conséquence l'augmentation des produits vivriers au détriment de la production autochtone.

8.4. Perspectives

La situation de la sécurité alimentaire au Congo requiert l'attention de tous les partenaires concernés notamment le gouvernement, le secteur privé, les organisations non gouvernementales, la population et la communauté internationale.

Le niveau global de la production agricole actuelle ne garantit pas encore à toutes les couches de la population, une disponibilité alimentaire au regard des normes établis par le FAO/OMS. Ils y a lieu de signaler que même renforcées par les diverses importations ces disponibilités restent inférieures aux besoins nationaux.

Au cours des dix dernières années, le gouvernement, en collaboration avec ses divers partenaires, a mis en place des mécanismes visant à stabiliser les approvisionnements des produits vivriers. Cependant, des contraintes liées au système de production et de commercialisation n'ont pas permis d'atteindre les résultats escomptés.

Aussi, le faible pouvoir d'achat de la grande majorité de la population dû à une conjoncture économique difficile, n'a-t-il pas rendu aisé l'accès à une alimentation décente aux couches les plus vulnérables.

Afin d'améliorer le niveau de la sécurité alimentaire dans le pays, les mesures ci-après sont à envisager au niveau de différentes structures impliquées.

8.4.1. Le gouvernement

Nonobstant la situation socio-économique et politique défavorable, le Congo n'a pas de raison de désespérer.

En effet, au regard de ses énormes potentialités, une volonté politique clairvoyante et déterminée conduira le pays vers un avenir meilleur court et moyen termes, avec le concours des membres ci-après :

- a. Sur le plan politique : finaliser la transition par l'organisation des élections afin de permettre l'installation des institutions démocratiques
- b. Sur le plan économique et financier : poursuivre le programme d'assainissement visant la désinflation et la lutte contre la défiscalisation de l'économie en vue de rétablir les équilibres macro-économiques.
- c. Sur le plan sectoriel : continuer à mener des réformes structurelles avec le concours de ses partenaires multilatéraux dans les domaines suivants :
 - Rôle et dimension de l'Etat
 - Restructuration de la fonction publique
 - Rétablissement de la justice et de la sécurité
 - Restriction du portefeuille de l'Etat
 - Conservation de la nature et de l'environnement
 - Rechercher Agronomique et Zootechnique

Ce processus de réformes politiques et de redressement économiques aidera le pays à juguler l'hyperinflation et à se rapprocher d'un taux de croissance économique proche de celui de la croissance démographique ainsi que d'améliorer le cadre social.

8.4.2. Le secteur privé

Avec l'amélioration du cadre macro-économique et le rétablissement de l'autorité de l'Etat, le secteur privé est appelé à :

- Fournir aux populations rurales les intrants agricoles nécessaires notamment les semences commerciales, les engrais, les produits phytosanitaire, etc...
- Renforcer la capacité d'achat de stockage et d'évacuation des produits vivriers, des points de productions aux centres de consommation.
- Faciliter aux milieux ruraux l'approvisionnement en produits manufacturés et autres de première nécessité.

- Développer les infrastructures de traitement, de transformation et de conservations des denrées alimentaires, afin de réduire les pertes après récolte.

8.4.3. Les Organisations Non Gouvernementales

Les programmes mis en place par le gouvernement pour le redressement du secteur agricole requièrent l'adhésion de ceux-là mêmes qui doivent les exécuter.

Etant donné que les organisations non gouvernementales sont en contact permanent avec les milieux ruraux, celles-ci doivent promouvoir la participation des partenaires.

Elles pourront en outre, accompagner l'Etat dans ses efforts d'encadrement notamment par :

- Une attention particulière à l'endroit des pauvres et des personnes défavorisées au niveau local et sensibiliser l'ensemble de la communauté afin de trouver les voies et moyens susceptibles d'améliorer leurs conditions de vie
- La promotion au sein de leurs propres organisations des initiatives de base dans la production et/ou la commercialisation des produits vivrières ainsi que la canalisation des efforts des associations locales pour évolutions harmonieuses.

8.4.4. La communauté Internationale

La communauté internationale à travers la coopération multi et bilatérale, devra renforcer ses interventions dans les pays à faible niveau de sécurité alimentaire par l'apport d'une assistance technique dans le cadre du transfert de la technologie pour une meilleure productivité agricole.

De plus, il serait souhaitable que les programmes et projets initiés conjointement avec les gouvernements des pays bénéficiaires soient conçus à partir de la base et exécutés d'une manière régulière, dans le respect des accords convenus entre les parties. C'est le but poursuivi par la MIPRO (Mission de programme Initiée par le PNUD).

Par ailleurs la communauté internationale devra assister financièrement les pays qui ne sont pas en mesure d'assurer leur propre sécurité alimentaire par l'apport des crédits et subventions nécessaires.

Enfin, elle devra favoriser un climat de paix et de sécurité en appuyant le Congo dans la voie de la démocratisation, seul cadre propice libre-entreprise porteuse du développement socio-économique. Le Congo à son tour devra faire preuve d'une bonne gouvernance.