

# **Evaluation participative de la fertilité des sols**

Par

Francis A. TAMELOKPO<sup>2</sup>



*Un Centre International pour la Fertilité des Sols et le Développement Agricole*

[www.ifdc.org](http://www.ifdc.org)

1. Communication Faite à la Formation Internationale sur la Gestion Intégrée de la Fertilité des Sols (GIFS), Lomé-Togo, 19-23 avril 2004.
2. Agronome, Spécialiste en GIFS, Programme Intensification Intégrée, IFDC Division Afrique, BP : 4483, Lomé, Togo.

## **1. Introduction**

Le support incontournable de l'agriculture est le sol. Il est le résultat de l'altération des roches et des processus de pédogenèse qui sont eux-mêmes dépendant des conditions climatiques, topographiques et biologiques. Dans la nature, les sols présentent des variations dues aux diverses conditions géologiques, climatiques, topographiques, physiques, chimiques, biologiques, anthropiques etc... qui leur confèrent des caractéristiques qui permettent de les classer parmi les bons (sols fertiles) ou mauvais sols (sols pauvres) par rapport au type d'utilisation envisagé.

La fertilité d'un sol est la qualité que l'ensemble de ses caractéristiques physiques, chimiques et biologiques lui confèrent pour permettre aux plantes de se nourrir et de produire des rendements.

Le présent cours traitera du concept de la fertilité du sol, des principaux indicateurs de la fertilité du sol et de quelques procédures classiques pour cartographier les différents types de sol et des méthodes pratiques pour son appréciation par les producteurs.

## **2. Cartographie des sols**

La cartographie des sols permet de caractériser à une échelle donnée les différents types de sol d'un domaine donné. Elle se fait à l'issue du sondage systématique des sols, de l'ouverture et description des profils pédologiques, du prélèvement et analyse des échantillons. Ce type de travail se fait par les spécialistes des services des sciences du sol qui fournissent des données qui peuvent être utilisées par toute personne du domaine de l'agriculture. L'utilisation de ces données nécessite la connaissance de quelques normes d'interprétation, qui sont expliqué brièvement ci-dessous.

Le Tableau 1 présente quelques normes d'interprétation des caractéristiques pédologiques mesures dans des laboratoires. Ce type de relations a été élaboré pour différentes cultures et méthodes d'analyse (voir par exemple le Mémento de l'Agronome). Cependant, des données analytiques sur la fertilité d'un sol sont en réalité rarement disponibles.

Tableau 1 : Normes d'interprétation de quelques paramètres chimiques usuels

Facteur	Bon	Déficient	Pauvre
pHeau	5.5 - 7.0	-	-
MO (%)	> 1.7	0.9 - 1.7	< 9
N total (%)	> 0.1	0.05 - 0.10	< 0.05
P Bray (mg/kg)	> 6	3 - 6	< 3
CEC (cmol / kg)	>10	5 - 10	< 5
K-éch. (cmol/kg)	> 0.25	0.10 - 0.25	< 0.10

Source: Toon Defoer, et al; *Managing soil fertility in the tropics*, 48p.

MO : matière organique

N total : disponibilité en azote

P-Bray : disponibilité en phosphore

CEC : capacité d'échange cationique

K- échangeable : disponibilité en potassium

D'autres normes d'interprétation existent pour l'évaluation des terres. Par exemple Yawovi et al. (1985) ont distingué cinq degrés d'intensité des limitations:

- 0 :** **Pas de limitation**, la caractéristique considérée est optimale ;
- 1 :** **Limitation légère**, se référant à des situations qui pourraient légèrement diminuer les rendements sans cependant imposer des techniques culturales spéciales ;
- 2 :** **Limitation modérée**, se référant à des situations qui causent une diminution plus importante des rendements ou la mise en œuvre de techniques culturales spéciales. Cette limitation ne met pas en cause la rentabilité;
- 3 :** **Limitation sévère**, se référant à des situations qui causent une diminution des rendements ou la mise en œuvre de techniques culturales qui pourraient mettre la rentabilité en cause ;

- 4 :**      **Limitation très sévère**, se référant à des situations qui ne permettent plus l'utilisation de la terre pour le but précisé.

Cinq classes d'aptitude sont définies. Ces classes sont déterminées en fonction de l'intensité et du nombre des limitations pour chaque type d'utilisation.

- S1 :**      **Apte** ; les sols de la classe S1 sont aptes pour le type d'utilisation ; ils ne présentent pas de limitations ou seulement des limitations légères ;

- S2 :**      **Modérément apte** ; les sols de la classe S2 sont aptes mais nécessitent des techniques culturales adaptées ; labour contrôlé, léger drainage etc. Ils ne présentent pas plus de 3 limitations modérées éventuellement associées à des limitations légères ;

- S3 :**      **Marginalement apte** ; le rendement de ces sols est mis en cause ; ils possèdent plus de 3 limitations modérées et pas plus d'une sévère qui n'empêche cependant pas la culture de façon absolue ;

- U1 :**      **Actuellement inapte** : les sols de la classe U1 possèdent plus d'une limitation sévère que l'on peut cependant corriger dans les conditions économiques actuelles ;

- U2 :**      **Inapte** : les sols de la classe U2 présentent de limitations sévères ou très sévères qui ne peuvent être corrigées dans les conditions économiques actuelles.

Ces principes d'évaluation des terres pour le maïs sont traduits dans le tableau 2.

**NB :** Pour la texture définie dans le tableau 2, les symboles représentent des regroupements de classes de texture et sont définis comme suit :

- A :**      **Texture très fine** ; correspondant aux classes argile et argile limoneuse ;

- E :** **Texture fine** ; correspondant aux classes argile sableuse ; limon argileux et limon argileux fin ;
- M :** **Texture moyenne** ; correspondant aux classes limon argilo-sableux, limon, limon fin et limon très fin ;
- N :** **Texture moyenne à grossière** ; correspondant à la classe limon sableux ;
- S :** **Texture grossière** : correspondant à la classe sable limoneux ;
- Z :** **Texture très grossière** : correspondant à la classe sable.

#### *Etablissement de cartogrammes agrochimiques*

En fonction des teneurs en éléments nutritifs des sols, des cartes peuvent être dressées pour les teneurs en éléments nutritifs dans le sol. Ces types de carte sont très importants pour élaborer des recommandations d'engrais à la carte et en fonction de la localité. Ce type de cartes sont très utilisés dans des pays développés.

Tableau 2 : Evaluation des terres pour la culture du maïs (exemple du Togo)

Facteurs limitant	Degré de l'intensité des limitations				
	0	1	2	3	4
Topographie	0-2% Plat	2-4% Quasi-plat	4-8% Ondulé	8-16% Vallonné	>16% Autres
Drainage	Bon	Moyen	Imparfait	Mauvais	Très mauvais
Inondation	Non	Non	Non	Légère	Autres
Texture de la terre fine	E, M	A, N	S	Z	-
Charge graveleuse (0-50)	0%	0-15%	15-50%	50-80%	>80%
Profondeur (cm)	>100	50-100	20-50	< 20	-
CEC; cmol/(Kg+)	>10	5 - 10	< 5	-	-
Saturation en bases	A>80% B > 50%	A : 50-80% B > 50%	A : 35-50% B > 50%	A :35-50% B<50%	-
	-	A > 80% B < 50%	A : 50-80% B > 50%	-	-
Matière organique (0-20 cm)	>2,5%	1,5-2,5%	< 1,5%	-	-

### 3. Appréciation de la fertilité des sols par les producteurs par l'apprentissage participatif et recherche-action

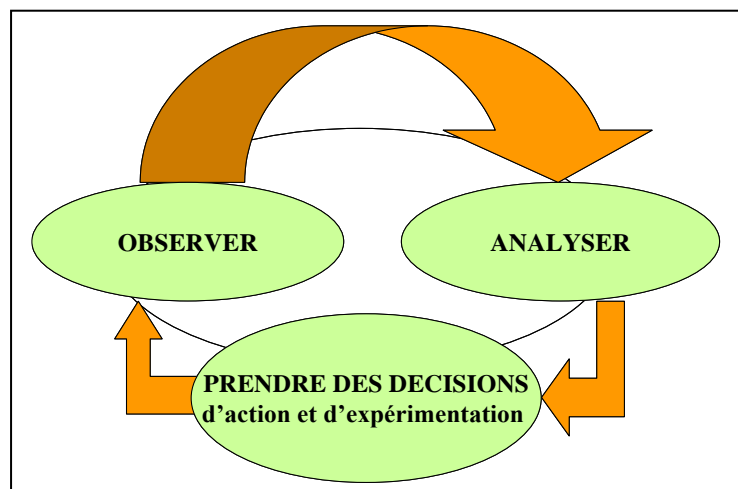
L'apprentissage participatif et recherche action (APRA) est une approche d'éducation paysanne, basée sur la formation des adultes en groupe (20 à 25 paysans), exploitant les expériences des paysans - membres du groupe. Le curriculum APRA dure toute la saison culturale et les activités suivent les stades de développement de la culture de riz et les pratiques culturales. Les paysans analysent eux-mêmes leurs pratiques, découvrent les problèmes et cherchent des solutions. Au lieu de diffuser ou de transférer des technologies issues des services de recherche/vulgarisation, les animateurs/facilitateurs aident les paysans à découvrir eux-mêmes des solutions et augmenter ainsi leur capacité de 'bons' gestionnaires de la culture de riz. L'APRA ne cherche pas à obtenir les meilleures solutions du point de vue scientifique, mais celles qui sont pratiques, applicables et adaptées à des situations spécifiques.

Dans APRA, les paysans ne sont pas perçus comme 'récepteurs' ou 'adopteurs' potentiels de nouvelles technologies ; l'idée est de créer un processus qui stimule les paysans à découvrir et innover eux-mêmes. L'hypothèse sous-jacente est que le processus d'apprentissage, de découverte et d'innovation dans un cadre social, permet un changement et une amélioration durable du système de production. Ce processus d'apprentissage est facilité par une équipe de facilitateurs, l'équipe APRA-GIR, provenant souvent des agences de vulgarisation, de la recherche et des ONGs.

Les objectifs de l'approche APRA sont de :

- Développer et améliorer la capacité paysanne à observer et à analyser son environnement de travail (*parcelle, bas fond*) afin d'identifier les contraintes majeures et de tester, adapter, innover des possibilités d'amélioration pour une gestion intégrée de la culture de riz. Cela passe par les étapes suivantes :

- Echanger les connaissances, attitudes, expériences et pratiques.
- Observer, enregistrer.
- Comparer, interpréter, analyser: comprendre les causes, le pourquoi des observations.
- Trouver des solutions potentielles
- Raisonner des décisions d'action à prendre ; expérimenter de



- nouvelles idées ; apprendre par la pratique; mais expérimenter veut aussi dire planifier, observer, comparer, interpréter.
- S'organiser (individuellement et au niveau du groupe ou de la communauté) pour la mise en place des actions.
- Créer des réseaux fonctionnels avec d'autres paysans, des services de vulgarisation/ recherche et tout autre service d'appui.

Les modules sont les composantes de base d'un curriculum APRA et les instruments de base pour animer les séances de facilitation avec un groupe de paysans d'un site donné. Un exemple développé par IFDC et partenaires est donné en Annexe 1.

En principe chaque module prend comme point de départ les connaissances et pratiques paysannes. Les outils d'apprentissage (comme une carte d'un village, un transect, des tests simples etc.) forment le cœur des modules APRA-GIR et ont comme objectif d'introduire des nouvelles informations pour les paysans. Ces outils d'apprentissage sont en fait des 'traductions' des principes et connaissances scientifiques ou nouvelles options technologiques dans des 'formes' qui sont compréhensibles et utiles pour les paysans. Chaque module vise à améliorer la connaissance, la motivation, la capacité et l'intérêt des paysans, ce qui permet aux paysans de prendre des décisions en vue d'action.

En 2003, IFDC et ses partenaires ont testé la méthode APRA pour la gestion intégrée de la fertilité des sols dans quelques villages pilotes au sud du Togo. Ces villages sont devenus des centres d'apprentissage pour la GIFS pour la région maritime du Togo. Dans un village pilote, une équipe pluridisciplinaire composée de spécialistes issus de différentes institutions partenaires tiennent avec les paysans une série de réunions. Le calendrier de ces réunions est défini ensemble avec les paysans. Le processus comporte la carte du terroir, les transects, les essais paysans, l'apprentissage participatif, les observations et les discussions. Au cours de ce processus, l'équipe de facilitation a adopté le principe suivant :

- Ne pas essayer d'enseigner aux paysans
- Ne pas essayer de recommander des options aux paysans
- Ne pas essayer de convaincre le paysan à accepter ton opinion
- Essayer de donner aux paysans l'opportunité de décrire ce qu'ils connaissent et de traduire clairement leur perception des choses
- Essayer d'être flexible. Etre capable d'improviser et de s'adapter à des situations inattendues
- Essayer de poser des questions ouvertes

### **3.1 Etablissement de la carte du terroir**

Une carte du village ou de la zone, tracée par la population donne une idée sur leur perception de leur environnement et les ressources qui existent.

Il est constaté que commencer l'APRA/GIFS par une carte du terroir établit le contact avec les paysans et informe l'équipe sur la zone ou le terroir.

Les populations, alphabétisées ou pas, sont en mesure de tracer des cartes schématiques. Si certaines personnes éprouvent des difficultés à commencer, les membres de l'équipe peuvent les aider en demandant des informations sur la situation de certains repères tels que l'école, la route, la maison du chef, le dispensaire etc.... A partir de ces repères elles pourront probablement continuer.

Il y a beaucoup d'avantage à laisser les populations décider des choses qu'elles désirent mettre sur la carte. Cela est révélateur des choses considérées importantes. Il est aussi important de faire des groupes par sexe. Au cours des exercices de tracées de carte de village que l'IFDC a facilité dans le village pilote (Djaka Kopé), les femmes ont oublié de placer l'usine d'alcool (SODABI) tandis que les hommes ont oublié de placer le puits sur les cartes préliminaires respectivement établies par un groupe de femme et un groupe d'homme. Ces différents aspects sont intégrés dans une carte commune en plénière. Après, l'équipe pourra toujours poser des questions sur les aspects qui lui semblent importants ou obscures.

On ne doit pas trop se soucier de l'échelle de la carte.

La carte doit être utilisée comme un outil pour provoquer la discussion : Qu'est ce que la carte révèle sur le contrôle des ressources dans le village ? Quelles sont les ressources en terre disponibles dans le village ? Comment sont utilisés les sols dans le village ? Qu'est ce que la gestion de la fertilité des sols ou de l'espace a changé dans le temps ? etc.. Au cours des discussions, les paysans ne doivent pas hésiter d'ajouter des informations oubliées.

Les outils et les symboles utilisés sont au libre choix du paysan.



### *Exemple de l'établissement des transects par les paysans*

Des transects ont été réalisés dans le village pilote au cours du mois d'octobre 2002.

Une équipe pluridisciplinaire a conduit le groupe de prospection constitué de quelques paysans. Ces paysans avaient été choisis à la fin de la séance précédente au cours de laquelle la carte de terroir a été dessinée. Ils sont choisis de chacune des couches socioprofessionnelles du village. L'équipe de spécialiste chargé de la facilitation comportait deux agronomes, un agro-pédologue et un agro-économiste. Deux élèves-ingénieurs agronomes qui étaient en stage de fin d'étude ont participé aux travaux.

Les parcours des transects avaient été déterminés à partir de la carte du terroir dessinée par les paysans lors de la séance précédente. Ces itinéraires ont été choisis de manière que sur chaque parcours, au moins deux types de sols soient traversés car les paysans ont déjà signalé qu'il n'y a que trois types de sol dans le village.

Au cours de la réalisation du transect, l'équipe de facilitation a animé les débats sur le terrain. L'intérêt a été porté sur les différents types de sols, la végétation, les cultures, les problèmes, les grandes tendances d'évolution (érosion, déforestation etc...).

A l'issue de la prospection le groupe est revenu au centre d'apprentissage participatif et de recherche action (APRA) pour restituer et synthétiser les différentes informations.

Pour chaque transect le paysan chargé du paysage a reproduit de manière lisible sur du papier kraft le dessin du paysage traversé. Il a tracé ensuite des lignes verticales pour symboliser les points d'arrêt et les repères durables. Celui qui a compté le nombre de pas a ensuite marqué dans les intervalles, le nombre de pas correspondant à la distance parcourue entre deux unités. Chaque distance avait été plus tard convertie en mètre après qu'on eut mesuré l'intervalle entre les pas du compteur. Un nom a été donné à chaque point d'arrêt et les caractéristiques de la zone traversée ont été bien marquées. Des discussions avaient été menées en plénière sur les problèmes de chaque unité et les solutions proposées furent notées. Les dessins des différents transects furent enfin complétés et peaufinés par les paysans aidés des facilitateurs à partir de toutes les informations qu'ils avaient recueillies. Les trois types de sol ont été réellement retrouvés.



Transect OUEST-EST du village de Sévé Kpota

Distance (m)	0	50	100	150	200	250	300	350	400	
Coordonnées géographiques	0° 26' 00" N 0° 27' 15" E	0° 26' 12" N 0° 27' 15" E	0° 26' 15" N 0° 27' 15" E	0° 26' 18" N 0° 27' 15" E	0° 26' 21" N 0° 27' 15" E	0° 26' 24" N 0° 27' 15" E	0° 26' 27" N 0° 27' 15" E	0° 26' 30" N 0° 27' 15" E	0° 26' 33" N 0° 27' 15" E	0° 26' 36" N 0° 27' 15" E
Sols	Sols rouges argileux sans concrétions			Sols rouges argileux sans concrétions			Sols rouges argileux sans concrétions		Sols rouges argileux sans concrétions	
Vegetation	Forêt primaire (Coccoloba, Crotalaria, Ficus, etc.)		Savane arborée de 10-15m (Crotalaria, etc.)		Savane arborée de 10-15m (Crotalaria, etc.)			Savane arborée de 10-15m (Crotalaria, etc.)		
Cultures	Maité		Maité, Manioc, Plantes, Taro, Ignames		Maité, Favaux, Ignames, Taro, Manioc			Maité, Favaux, Ignames, Taro, Manioc		
Problèmes	Baisse de conservation : le plateau est plus humide et la sécheresse est plus agressive lorsqu'il y a application d'engrais.									
Fertilités	Fertilité des sols									
Sécheresse, érosion, salinité, etc.	Sécheresse, érosion, salinité, etc.									
Autres observations	Plantes adventices (ex: Lantana, Mimosa, etc.)									

### 3.2 Exemples d'évaluation des terres par les paysans

Aux termes de la carte du terroir et des transects, les paysans ont procédé à la caractérisation physique de leurs sols, voir Tableaux 3 et 4.

Tableau 3 : Appréciation des paysans sur la qualité et la nature des sols

Indicateurs paysans de bons ou de mauvais sols	
Bons sols	Mauvais sols
<ul style="list-style-type: none"> <li>Bonne croissance des plants</li> <li>Verdure abondante</li> <li>Conservation d'humidité dans le sol</li> <li>Sols meuble</li> <li>Fraîcheur (plusieurs jours près les pluies)</li> <li>Présences fourmis, vers</li> <li>Pas de ruissellement</li> <li>Pas d'érosion</li> <li>Beaucoup de nutriments (vitamines ou <i>nunyamé</i>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Croissance lente des plantes</li> <li>Jaunissement des plants</li> <li>Plantes rabougries</li> <li>Sol compacté</li> <li>Présences d'adventices spécifiques : <i>Sporobolus (gbéwouyé ou motogbé)</i></li> <li>Ruissellement après les pluies</li> <li>Erosion</li> <li>Pauvreté en nutriments</li> </ul>

Tableau 4 : **Constituants du sol**

<b>Constituants</b>	
<b>Nom français</b>	<b>Nom vernaculaire</b>
Pores	<i>Edoviwo</i>
Animaux (activités animales)	<i>Anyigbame lanviwo</i>
Graviers	<i>Kpékui</i>
Sable	<i>Eké</i>
Racines (matières végétales)	<i>Atikè kple gbevovowo</i>
Cristaux	<i>Kpetsè</i>
Concrétions	<i>Ahlihakpé</i>
Argile	<i>Etu, Adé</i>
Air	<i>Aya</i>

Pour une meilleure compréhension des processus déterminant l'efficacité de la GIFS, l'équipe de facilitation peut décider d'utiliser plusieurs tests simples, comme décrit ci-dessous.

*Test de décantation pour la mise en évidence des composantes du sol*

Les paysans aidés du facilitateur pédologue ont observé des profils de leurs sols et en ont prélevé des échantillons de différents horizons. Des différents échantillons un poigné de sous-échantillon est versé dans un demi-litre d'eau potable. Les bouteilles utilisées pour la circonstance sont claires et bien propres. Au cours de ce test, les paysans ont remarqué que la solution des couches inférieures contenant beaucoup de graviers et de concrétions se décantait plus vite que celle de la couche supérieure des sols blancs. La solution qui se décantait le plus lentement est celles des sols noirs qui est plus argileux.

Les paysans ont également observé que la solution de décantation présentait 3 niveaux : une solution claire avec une couronne de débris végétaux en particulier dans la solution des sols noirs, une solution trouble et une qui contient les graviers et les grains de sable

### *Formation de boudin et d'anneaux de terres pour apprécier la texture*

Six paysans ont été choisis pour fabriquer des boudins avec les couches prélevées : Il est plus facile de former des boudins avec la couche supérieure des sols noirs qu'avec celle des sols blancs. De plus les sous-sols argileux possèdent plus de viscosité et sont plus malléables que ceux qui ne le sont pas (Les boudins y sont faciles à fabriquer de même que les anneaux).

- L'argile forme de bons boudins et anneaux
- L'argile sableuse ou sable argileux forme des boudins mais les anneaux se cassent vite
- Le limon donne mais difficilement des boudins et anneaux qui ne sont pas stables

### *Frottement des mottes de terre (mettre en évidence la présence de sable)*

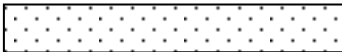





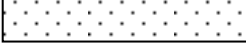



Il a été demandé à chacun des 6 paysans choisis de froter les mottes près de leurs oreilles. Certains ont entendu des grésillements parfois intenses et d'autres non ; ils ont tiré la conclusion que ces grésillements provenaient des grains de sable. Le limon n'occasionne pas de grésillement.

### *Test d'absorption d'eau par les différentes couches de terres pour apprécier le rôle de chaque constituant du sol*

Le facilitateur a prélevé quatre échantillons de sol dans les deux premières couches au niveau de chaque type de sol et a versé de l'eau sur chacun d'eux. Il a été observé que les sols sableux se désagrégeaient plus vite que les sols argileux ou les sols contenant des racines.

Ainsi, les paysans ont fait la remarque que l'argile et la matière organique permettent de maintenir la stabilité des sols ; l'argile permettait la rétention d'eau dans le sol alors que le sable ne retenait pas l'eau.

### *Choix de la meilleure texture : 5 types de sols sont décrits par les paysans*

<b>Proportion de sable</b>	<b>Proportion d'argile</b>	<b>Appréciations paysannes</b>
		<b>1-Drainage excessif</b>
		<b>2-Bon sol</b>
		3-Pas de réponse
		<b>4- Pas de réponse</b>
		5- Inondation

### 3.3 Observation et description paysannes des sols

Ce paragraphe traite d'un exemple d'observation paysanne sur le terrain en 2003 dans une parcelle de maïs au sud du Togo.

Sur ce champ dont le sol est décrit par le producteur, le maïs n'a pas flétri et les épis sont encore bien verts alors que les pluies sont devenues rares au moment des observations. Après, avoir creusé plus de 80 cm, il n'a pas été possible de trouver des concrétions ni la cuirasse. En d'autres termes le sol était assez profond mais au fure et à mesure qu'on creusait, on remarquait que les couches étaient de plus en plus argileuses. Les paysans aidés des facilitateurs ont compris que l'argile permettait la rétention des eaux de pluies en profondeur et cette eau revenait en surface par remontée capillaire ; ce qui a permis aux plants de ce champ de garder leur verdure.

Les sols blancs sont en bas de versant, ils sont des sols d'apport colluvial et sont très sableux.

T



Photo 1

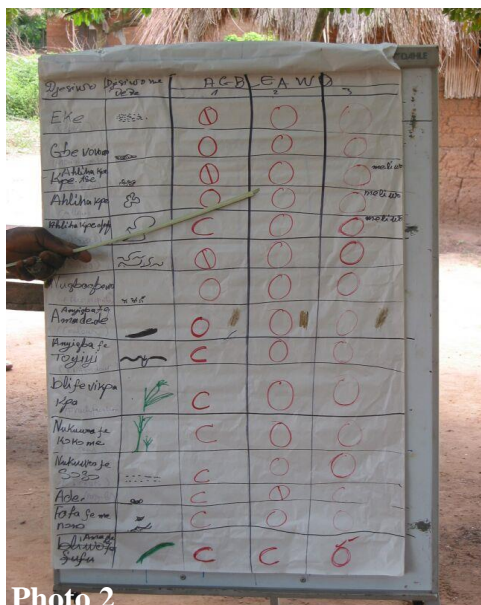
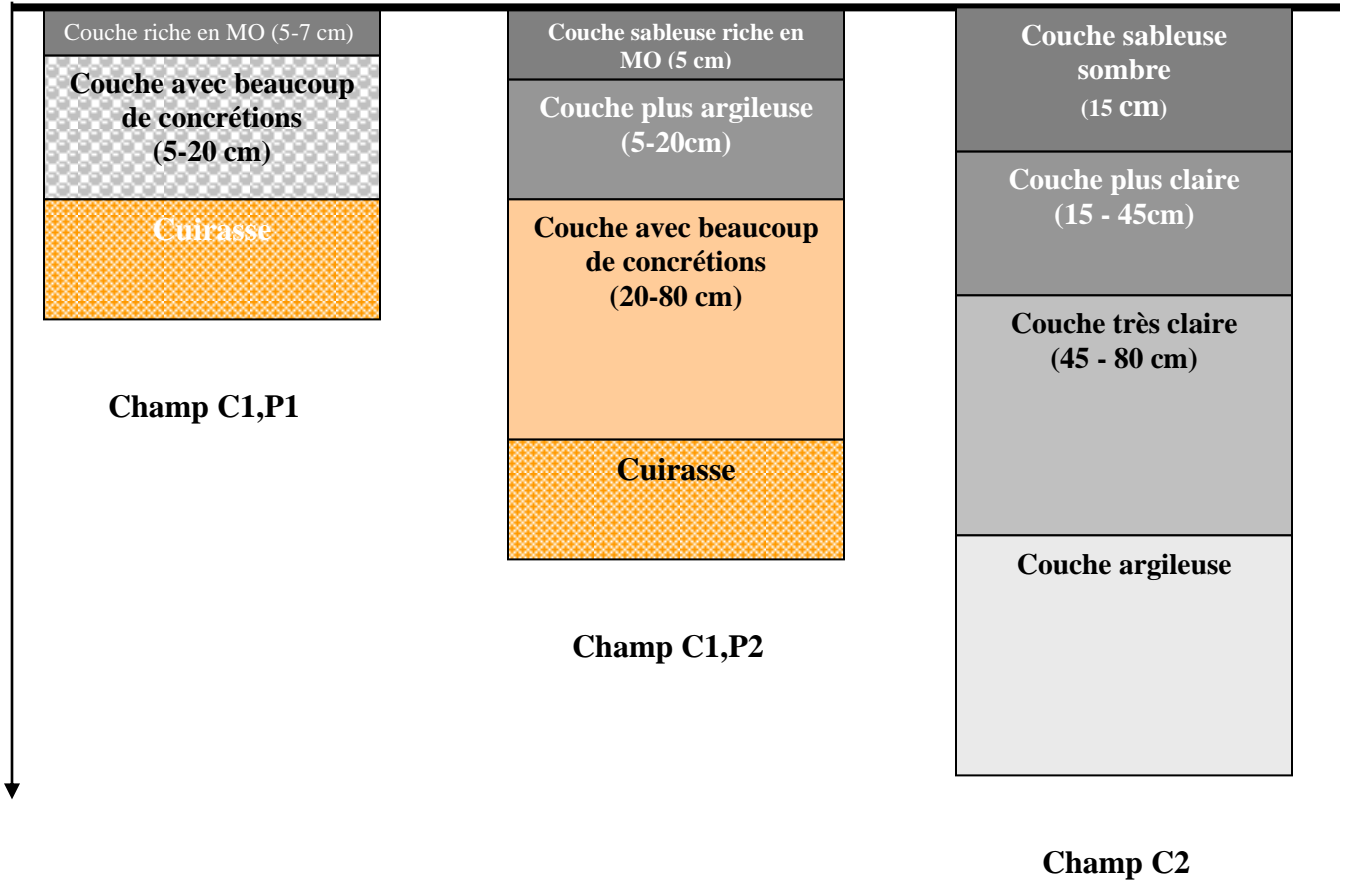


Photo 2

Tab 5 :		
Indicateurs (ewe)	Symboles	Traduction (français)
Eke		Sable
Gbevovowo		Matières organiques en décomposition
Ahlikakpétsè		Petites concrétions
Ahlihakpé		Grosses concrétions
Atiké		Racines
Nugbagbéwo		Etres vivants
Amadédé		Couleurs
Toyiyi		profondeur
Adé		Elasticité (argile)
Fafa		Humidité
<hr/>		
Bliwo pe koko		Hauteur des plants
Bliwo pe amadédé		Couleur des feuilles
Bliwo pe Vidzedze		Fructification
Bliwo pe soso		Densité



## Restitution des résultats d'observations sur le terrain

- Le paysan Witta Messan a fait la restitution :
- **C1, P2** : la couche arable est assez épaisse ; la présence d'argile en profondeur a permis la rétention d'une certaine quantité d'eau, d'où l'atténuation des effets de la sécheresse.
- **C2** : le sol assez profond et l'argile en profondeur, permettent la rétention d'eau en quantité importante et les remontées capillaires favorisent l'humidification de la surface du sol. Ceci est très bénéfique pour les cultures.

## Solutions :

- Mise en place de plantes de couvertures (arachide, niébé, mucuna) dont la décomposition des feuilles favorisera la rétention de l'eau dans le profil
- Apport d'ordures ménagères et de fumier
- Plantation d'arbres, agroforesterie dans le double but d'enrichir le sol et de briser la couche cuirassée ; il est important de briser la cuirasse avant la plantation de ces arbres.
- Les cultures en couloir pour briser la cuirasse et empêcher le ruissellement qui met à nu la cuirasse comme au **C1P1**.

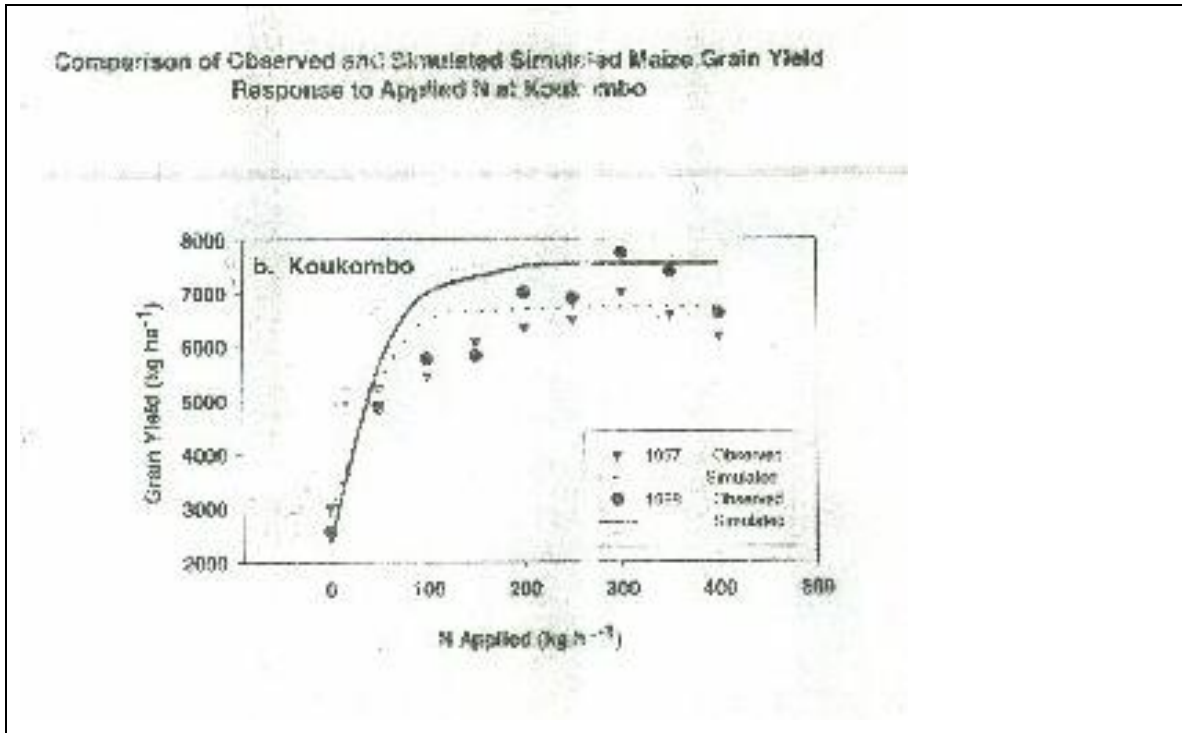
## Implications

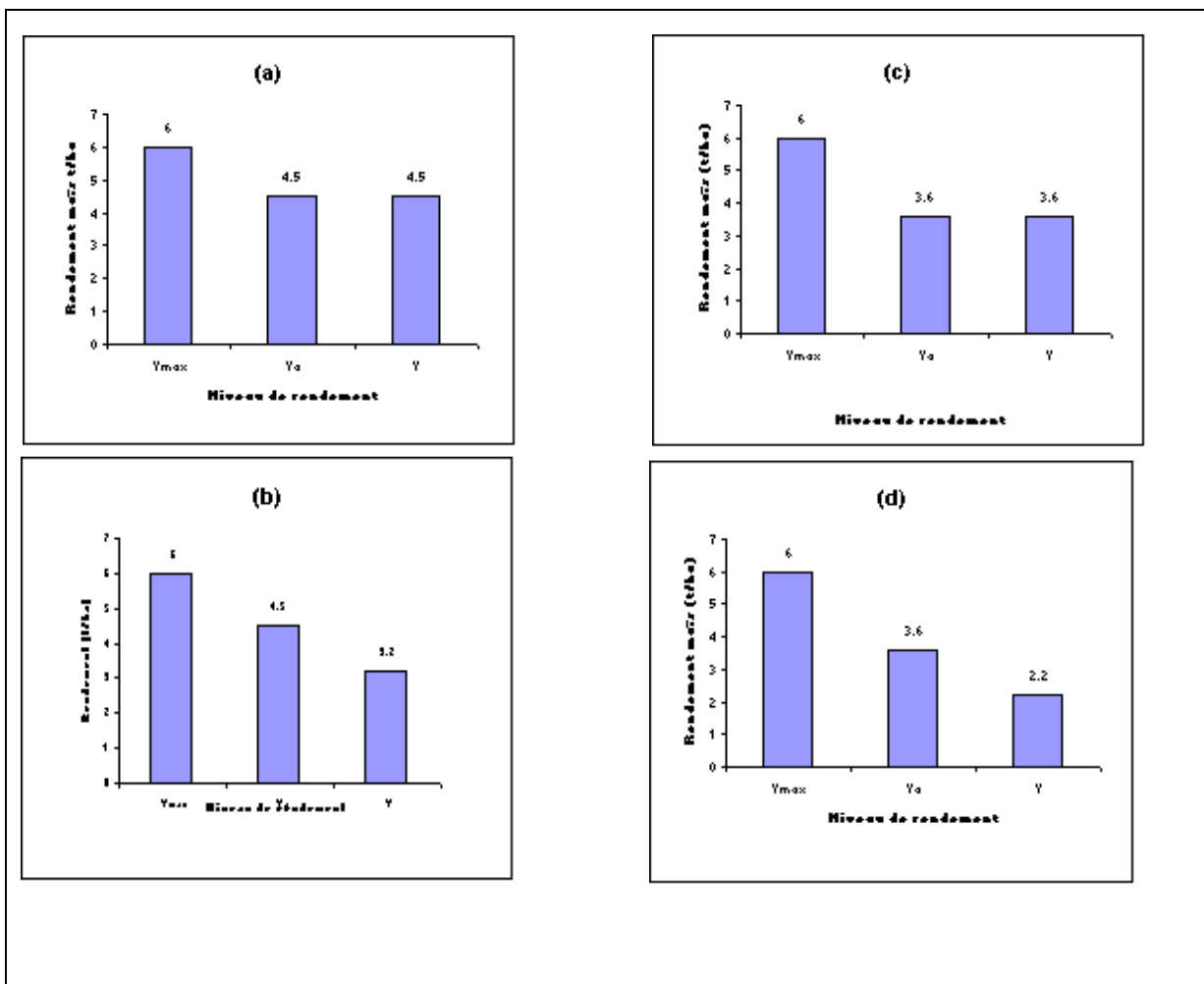
Les paysans pensent que les observations au niveau des sols leurs permettront de mieux choisir les terrains à acheter juste en analysant simplement la constitution de la couche arable et son épaisseur. Ces observations leurs permettront d'améliorer l'état de leurs champs au fil des saisons en faisant un petit *diagnostic*.

## 4. Analyse des écarts de rendement

Présentement, la plupart des producteurs de maïs, même ceux qui sont dans de très bonnes conditions pluviométriques atteignent moins de 60% du rendement potentiel climatique et génétique d'une variété donnée dans un site particulier.

Pour comprendre pourquoi les rendements dans les champs paysans constituent seulement une fraction du rendement potentiel ou maximal, un modèle simple peut être utilisé pour illustrer les facteurs particuliers induisant les écarts de rendement (Fig.)





**Fig. 1. Rendement maximal et écarts de rendement au niveau de l'exploitation**

### **RENDEMENT MAXIMAL, Y<sub>max</sub>**

A un niveau Y<sub>max</sub>, le rendement en grain est limité seulement par le climat et le génotype, mais tous les autres facteurs ne sont pas limitatifs. Le rendement potentiel de la variété IKENNEE est 6t/ha. En milieu paysan à Atsansi en région maritime togolaise, dans des champs gérés aux amendements phosphaté et organique (3ans de courte jachère de mucuna) intégrée aux engrais minéraux (N90 P20 K100), des rendements de 6.4t/ha sont obtenus en 2001 avec une pluviométrie effective de 300mm. Dans ces mêmes champs après deux ans de jachère de mucuna, 4.9t/ha de maïs grain sont obtenus avec une pluviosité

effective de 570 mm en 2000.  $Y_{max}$  peut varier d'année en année ou d'un site à l'autre ( $\pm 10\%$ ) à cause des facteurs climatiques.

Sur le plan expérimental,  $Y_{max}$  peut être mesuré seulement à travers les essais de rendement élevé avec un contrôle complet de tous les facteurs.

**Les points clés à considérer pour la gestion de la culture sont :**

- Le climat ne peut être manipulé, mais  $Y_{max}$  varie en fonction de la date de semis.
- Cultiver des variétés de maïs adaptées à se prévaloir des conditions climatiques (c'est à dire - choisir les géotypes à  $Y_{max}$  le plus élevé sous un régime climatique donné).

**RENDEMENT REALISABLE,  $Y_r$**

A un niveau  $Y_r$ , le rendement grain est plus petit que  $Y_{max}$  du fait de l'approvisionnement limité en eau et en nutriments. Pour le maïs, l'eau peut ne pas être un facteur limitant lorsque la pluviométrie est bonne et  $Y_r$  représente dans ce cas le rendement réalisable limité par l'approvisionnement en éléments nutritifs. Le  $Y_r$  économique maximal réalisé par les meilleurs producteurs est d'environ 70-80% du rendement maximum potentiel parce que l'efficience interne de l'utilisation des nutriments décroît quand  $Y_r > 80\%$  du  $Y_{max}$ . A ce point sur la courbe de réponse du rendement, des quantités de plus en plus grandes de N, P et K devront être exporté par le plant de maïs pour produire une certaine augmentation en rendement grain.

**Points clés :**

- En culture de maïs pratiquée dans de très bonnes conditions pluviométriques, l'écart de rendement  $E_1$  ( $Y_{max} - Y_r$ ) est principalement causé par un approvisionnement insuffisant en N, P, K et autres nutriments. Pour augmenter et maintenir  $Y_r$  à un niveau  $> 70-80\%$  de

- Y<sub>max</sub>, l'accent doit être mis sur l'amélioration de la fertilité du sol et la résolution de toutes les contraintes à l'absorption des nutriments, à la nutrition équilibrée, et à l'efficacité de l'utilisation élevée de N.
- En culture pluviale de maïs l'écart de rendement E1 est habituellement provoqué aussi bien par l'insuffisance d'eau que de nutriments. Par conséquent, une approche combinée d'amélioration de la gestion de l'eau et des nutriments est requise afin de réduire l'écart de rendement E1. La sélection de variétés résistantes aux stress biotiques et abiotiques (sécheresse, mauvaises herbes, stress dus au sol) est aussi importante que les améliorations de la fertilité du sol et l'efficacité d'utilisation de l'eau et des nutriments.

## **RENDEMENT ACTUEL, Y<sub>a</sub>**

Y<sub>r</sub> est réduit à Y<sub>a</sub> par les parasites et les maladies, l'intoxication, et les contraintes autres que le climat, l'eau, ou l'approvisionnement en nutriments. L'écart de rendement 2 (Y<sub>a</sub> - Y<sub>r</sub>) résulte en une réduction de l'efficacité d'utilisation des nutriments. Par exemple, si l'écart de rendement 2 est grand, le plant de maïs peut absorber une grande quantité de nutriments, mais ils ne sont pas efficacement convertis en produits de récoltes (grain) rentables au point que la rentabilité de tout le système cultural demeure moindre par rapport à l'optimal. La gestion de la culture du maïs doit minimiser l'écart de rendement 2 pour réaliser une utilisation efficace des nutriments.

### **Points clés :**

- Remédier à toutes les intoxications minérales (Section 4).
- Exécuter en général une gestion des cultures de qualité incluant la sélection de variétés appropriées, résistantes aux parasites, à haut rendement ; l'utilisation de semences certifiées ; la préparation du sol et la mise en place optimale de la culture ; et une lutte anti-parasite efficace

(insectes, maladies, mauvaises herbes, rats, escargots, oiseaux), afin de minimiser les pertes de rendement.

*Interprétation des histogrammes dans la figure 1 :*

- (a) Cas d'une bonne gestion des nutriments et d'une bonne gestion des cultures.
- (b) Cas d'une bonne gestion des nutriments, mais d'une mauvaise gestion des cultures.
- (c) Cas d'une mauvaise gestion des nutriments, mais d'une bonne gestion des cultures.
- (d) Cas d'une mauvaise gestion des nutriments et une mauvaise gestion des cultures.

## **5. Les parcelles diagnostiques**

La capacité du sol à fournir des nutriments N, P, et K peut être estimée à partir des analyses chimiques du sol, comme indiqué dans le paragraphe 2. Mais souvent la relation entre les données analytiques et la croissance de la plante n'est pas bonne, surtout pour N. Une méthode plus directe est d'estimer la capacité du sol de fournir des nutriments à travers de petites parcelles bien gérées (*les parcelles diagnostiques*), installées dans la parcelle paysanne avec une application d'engrais adéquate pour un rendement ciblé, sauf un nutriment. Le rendement obtenu sur cette parcelle est un indicateur pour la capacité du sol de fournir le nutriment manquant. Le principe de ces petites parcelles zéro-N, zéro-P ou zéro-K est expliqué dans le Tableau 5.

**Tableau 5 Le principe des petites parcelles de nutriments manquants.**

<b>Mini-parcelles</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>
Parcelle 0N, +P, 0 +K		+	+
Parcelle 0P, +N, + +K		0	+
Parcelle 0K, +N, + +P		+	0
Parcelle +N, +P, + +K		+	+

*Signification des symboles : 0 = nutriment n'est pas appliqué, c'est le nutriment manquant ; + = nutriment est appliqué en une dose suffisante pour que le nutriment ne limite pas la croissance.*

Les parcelles diagnostiques permettent d'obtenir une idée quantitative de la capacité du sol de fournir des nutriments (N, P et K en général). Des mini-parcelles sont installées par les producteurs. Ce type de parcelles permet de :

- Susciter le dialogue entre paysans, chercheurs, vulgarisateurs, et décideurs ;
- Former les paysans et les vulgarisateurs sur la conduite de simples parcelles diagnostiques qui peuvent leur permettre de prendre des décisions efficaces vis-à-vis du choix des types et doses d'engrais appropriés.
- Déterminer ensemble avec les paysans les éléments qui limitent les rendements des cultures sur leurs sols;
- Développer les capacités des paysans à comprendre et conduire eux-mêmes ce genre d'essai ;
- Etudier la dynamique de l'efficacité de N, P et K en fonction de différents modes de gestion ;

Dans le cas de Djaka Kopé au Togo, les doses d'éléments fertilisants retenues ont été combinées pour établir le dispositif suivant :

**Tableau 6 : Dispositif expérimental à Djaka Kopé**

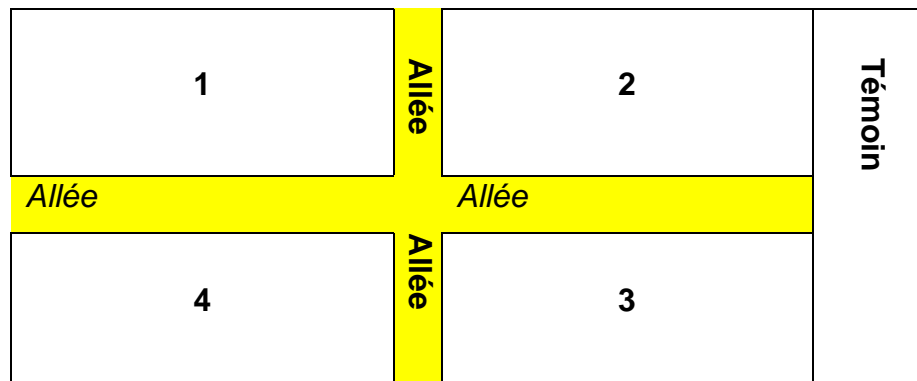
Traitement	Désignation	Dose d'éléments (Kg ha <sup>-1</sup> )		
		N	P	K
0	Témoin	0	0	0
1	Sans N	0	20	150
2	Sans P	200	0	150
3	Sans K	200	20	0
4	N P K	200	20	150

Au total 5 traitements (le témoin y compris) représentant différentes combinaisons des doses d'éléments simulées ont été testés.

Pour étudier la dynamique de l'efficacité de N, P et K en fonction de différents modes de gestion, les parcelles diagnostiques ont été installées sur les champs ayant porté une jachère de mucuna (Mu) et d'autres sans aucune jachère de mucuna (sMu).

Les parcelles étaient disposées de façon à faciliter les observations lors des modules d'apprentissage dans le cadre des activités de champ-école.

Ces parcelles peuvent être schématisées comme suit :



**Figure 2 : Schéma montrant la disposition des parcelles**

Les allées permettent de mieux se déplacer entre les sous-parcelles ; En se mettant au centre l'on peut facilement observer et comparer tous les traitements. Une attention toute particulière a été prise pour qu'à côté d'un champ au précédent mucuna l'on ait un autre sans mucuna, tous deux semés et entretenus les mêmes jours, ce dans le souci de permettre aux paysans mieux appréhender les différences de développement des cultures.

### ***Conduite des parcelles diagnostiques***

Ces parcelles ont été conduites de façon participative avec tous les paysans de la zone d'étude.

Les doses d'azote et de potassium ont été fractionnées en deux apports alors que celle de phosphore a été apportée en seul apport. Les premiers apports ont été faits à 15 jours après semis (j. a. s.) et les seconds 45 j. a. s.

Les semis de maïs ont été réalisés entre le 17 et le 21 avril 2003, le dernier champ étant semé le 03 mai 2003. Le maïs est semé à 2 graines par poquet suivant le schéma 80 cm x 40 cm, ce qui donne une densité de 62 500 plants à l'hectare.

Le manioc est planté à plat entre les lignes de maïs suivant le schéma 100 cm x 100 cm à raison d'une bouture par poquet soit 10 000 plants à l'hectare.

Tous les paysans ont fait au moins trois sarclages.

### ***Observations paysannes***

En plénière les paysans n'ont pu citer que deux indicateurs à savoir la couleur de feuille et le rabougrissement des tiges. Selon eux un indicateur tel que la taille des tiges de manioc ne peut être retenu car il existe des variétés de petite taille mais qui ont une bonne production.

C'est avec la sortie sur le terrain que d'autres indicateurs ont été identifiés. Deux groupes ont été constitués. Dans le souci d'avoir une même base de comparaison (même variété, même date de bouturage etc.) afin de susciter d'autres indicateurs, seules les parcelles diagnostic ont été visitées. Au total deux parcelles ont été visitées par les deux groupes chaque groupe passant l'un après l'autre sur chacun d'elles. Il s'agit d'une parcelle avec précédent mucuna et l'autre sans mucuna, situées l'une à côté de l'autre et dont le bouturage a été fait le même jour.



Dans les champs les paysans ont constaté des nombreuses différences et ont sélectionné et matérialisé d'autres indicateurs tels que la taille des tiges de manioc, la forme des feuilles, la grosseur des tiges, la densité et la présence de maladies. D'autres indicateurs ont été retenus par les paysans même s'ils ne sont pas encore observables. Il s'agit de la grosseur et du nombre de tubercules qui ne seront appréciés qu'au moment de la récolte.

*Retour au centre APRA*

Les deux groupes ont tour à tour présenté les résultats de leurs investigations (Photo 4 et 5). Le débat qui suivi a permis de faire la synthèse de toutes les observations et de retenir les indicateurs qui seront utilisés pour les observations sur les parcelles de manioc.

		AGLEAWO			
		1	2	3	4
DZESSI	BESSI TATA				
ANADEDE					
KPODEDE					
DZEDEDE					
KOKO					
ATAKPAZE					
NONDRE					
ATIAZE					
NONDRE					
ESSIA					
JELENI					
ANKPA					
HEDELE					

		1	2	3	4
TASSIME					
AGBANI					
DZESIMO					
AMADEDE					
KPODEDE					
KOKO					
KPOFEFE					
LOLOME					
DADOME					
VIPOME					
BELELE					
ESIMELE					

Rappelons que pour une meilleure compréhension les paysans ont décidé de garder le même système de cotation utilisé pour les observations sur le maïs.

### *Implication et évaluation*

Pour les paysans ces indicateurs seront utilisés pour comparer les différentes parcelles diagnostic. Ils pourront alors connaître les éléments nutritifs les plus importants à acheter pour augmenter la production de leurs champs de manioc.

### *Evaluation participative en groupe à la maturité du manioc*



*Photo : Vote pour un bon champ*



*Photo : Vote pour un mauvais champ*

Le maïs ayant été récolté en août, seule la performance de la culture de manioc fut évaluée lors de la visite. Les traitements ont été comparés deux à deux. Après environ une heure de visite de terrain, une synthèse des observations et des appréciations de chacun des deux groupes a eu lieu.

Les tableaux qui suivent récapitulent la restitution en plénière des observations. Les deux premiers tableaux présentent les matrices de comparaison des traitements par paire alors que les deux derniers donnent les résultats de la hiérarchisation issue des deux premiers.

Comparaison sur parcelle avec précédant mucuna				Comparaison sur parcelle sans mucuna					
	0 N	0 P	0 K	NPK		0 N	0 P	0 K	NPK
0 N					0 N				
0 P	0P				0 P	0N			
0 K	0N	0P			0 K	0N	0P		
NPK	NPK	0P/NPK	NPK		NPK	NPK	NPK	NPK	
Hiérarchisation sur parcelle avec précédant mucuna				Hiérarchisation sur parcelle sans mucuna					
Options	Ordre de préférence	Fréquence		Options	Ordre de préférence	Fréquence			
0N	3 <sup>e</sup>	1/6		0N	2 <sup>e</sup>	2/6			
0P	1 <sup>er</sup>	2.5/6		0P	3 <sup>e</sup>	1/6			
0K	4 <sup>e</sup>	0/6		0K	4 <sup>e</sup>	0/6			
NPK	1 <sup>ex</sup>	2.5/6		NPK	1 <sup>er</sup>	3/6			

### *Leçons tirées*

Les producteurs-délégués des villages de Sévé-Kpota et de Zogbépimé ont fait la remarque que les sols de Gbavé sont plus dégradés que ceux de leurs villages ; Ceci après avoir simplement observé la forme des tiges de manioc qui sont rabougries même sur les parcelles considérées comme « bien. Dans le but de préserver les sols pour les générations futures, il importe donc de réagir ; ceci, en conservant la fertilité des sols et en identifiant les mesures complémentaires de restauration de la fertilité des sols au jour le jour pour améliorer l'efficacité des engrais.

Il ressortait à la fin de la visite et de façon unanime que le principal élément limitant la production agricole dans la zone sud-est de la région maritime est le potassium ; il est immédiatement suivi par l'azote. Le phosphore est très peu limitant dans la zone.

## Annexe 1 : Exemple d'un module d'APRA-GIFS

# Module : Introduction aux indicateurs de performance des systèmes de culture

Faire des observations de terrain est important dans le processus d'apprentissage participatif recherche-action (APRA). Pour bien observer, il faut des *indicateurs d'observations* et il est important de prendre assez de temps pour s'accorder sur cette notion d'indicateurs.

Ce module est le prélude des modules d'observations sur le terrain.

### **Objectifs d'apprentissage**

- ☞ Les participants apprendront ensemble les indicateurs de performance des cultures selon les stades phénologiques ;
- ☞ Les participants apprendront ensemble les facteurs déterminant la performance des cultures ;
- ☞ Les participants seront capables de codifier les différents indicateurs d'une façon compréhensible pour tous ;
- ☞ Les participants s'accorderont sur un système de cotation simple qui ne dépasse pas 2 ou 4 classes ;
- ☞ Les paysans seront mieux outillés pour analyser et tirer des conclusions sur leurs propres champs ainsi que sur les parcelles d'essais.

### **Déroulement**

- 1 Salutations et présentation des objectifs de la séance.
- 2 Un des facilitateurs procède à la révision du module précédent et explique les objectifs de cette réunion.
- 3 Un facilitateur anime une discussion sur l'importance des observations. Les sujets suivants sont abordés :
  - Qu'est-ce que faire des observations ?
  - Pourquoi faire des observations (qu'est-ce qu'on en fait) ?

-Comment fait-on des observations ? (Quels sont les repères ? Doit-on prendre des notes ? Quels outils doit-on utiliser ?

-A quelle fréquence fait-on les observations et qui les fait ?

- 4 Un autre facilitateur anime une discussion sur la notion d'indicateurs. Il précise qu'il s'agit bien de quelque chose qui est observable sur le terrain ( c'est à dire qu'on peut voir à l'œil nu). Il est nécessaire de pouvoir traduire le mot «indicateur» en langue locale.

-Les paysans citent leurs propres indicateurs ;

-Le facilitateur les aide ensuite à faire la différence entre les indicateurs de performance et les facteurs environnementaux.

#### **5 Sortie sur le terrain à la découverte des indicateurs<sup>1</sup>.**

-on scindera les participants en deux sous-groupes conduits chacun par au moins un facilitateur ;

-Chaque sous-groupe désigne en son sein un ou deux rapporteurs ;

-Sur le terrain chaque sous-groupe observe, identifie et symbolise (en terme de figurines) les indicateurs<sup>2</sup> ;

-Les paysans s'accordent sur la note à accorder à chaque parcelle en utilisant leurs propres représentations <sup>3</sup> ;

NB : Les parcelles sont visitées simultanément, les sous-groupes passant l'un après l'autre.

#### **6 Restitution**

-Toutes les équipes reviennent au centre APRA

-Le sous-groupe 1 présente ses résultats sur la première parcelle et le sous-groupe 2 complète ;

-Le sous-groupe 2 présente ses résultats sur la deuxième parcelle et le sous-groupe 1 complète ;

---

<sup>1</sup> Le facilitateur sélectionne au préalable deux parcelles de même stade phénologique : la première est bien gérée et la seconde devra être mal gérée.

<sup>2</sup> Chaque sous-groupe disposera d'un tableau, de papiers kraft, des marqueurs et feutres de différentes couleurs.

<sup>3</sup> Prendre soin de séparer les indicateurs de performance des indicateurs environnementaux.

Le facilitateur veillera à ce que l'on remplisse d'abord la colonne des indicateurs avant de passer à la notation.

-Les paysans s'accordent ensuite sur les indicateurs appropriés à chaque indicateur.

6 Pour chaque parcelle un facilitateur mène un débat sur l'analyse des indicateurs et les leçons qu'on peut tirer.

## **Evaluation**

Elle consiste à demander aux paysans ce qu'ils ont apprécié ou n'ont pas apprécié pendant le déroulement du module et ce qu'ils auraient souhaité qu'on fasse.

## **Implication**

Quelles sont les leçons apprises et quelles sont les actions à entreprendre pour améliorer la gestion de leurs champs?

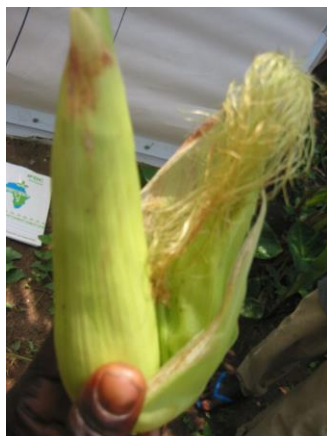
## **Temps nécessaire**

La durée du module ne devra pas excéder 3 heures.

## **Matériels**

- Papiers kraft ;
- Tableaux
- Crayons et gommes
- Marqueurs et feutres de différentes couleurs
- Pot de colle ;
- Punaises ;
- Cahier pour consigner les informations.

## Annexe 2 : Indicateurs de performance de maïs définies par les producteurs (exemples)



Abondance de fleurs  
femelles sur un épi



Tâches



Carence en P













Attaques d'oiseaux





## Annexe 3 Fiche d'observation sur le maïs (exemple)

Fiche d'observation N° \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_ Nombre de jours après semis \_\_\_\_\_  
 Village \_\_\_\_\_ Nom du paysan \_\_\_\_\_  
 Caractéristiques du champ \_\_\_\_\_

Dzesiwo (indicateurs)	Dzesiwo meqede (symboles)	Enyo (bon)	Ekaqeme (acceptable)	Menyo (mauvais)
		○	⊖	◐
<i>Ebliwo fe kOkO</i> (hauteur du plant)				
<i>Ahadza gbagba</i> (Floraison male)				
<i>Ebliwo fe vidzedze</i> (Fructification)				
<i>Nukunuawo fe sOsO</i> (Densité)				
<i>Ebliwo fe nOnOme</i> (vigueur du plant)				




<i>Ebliwo fe amadede</i> (couleur des feuilles)				
<i>Anyigba hiã edze</i> (carence en azote)				
<i>Anyigba hiã tomenu</i> (carence en phosphore)				
<i>Anyigba hiã akaɲu</i> (carence en potassium)				
<i>Nukunuawo fe fafa</i> (densité excessive)				
<i>Dolele</i> (Maladies)				
<i>Nuɟui</i> (attaques d'animaux ou d'insectes)				
<i>Tsi madzamadza alo Kuɟiɟi</i> (sécheresse)				
<i>Numagamaga alo be lele na agble</i> (entretien du champ)				
<i>Anyigba fe gbeɟble</i> (pauvreté du sol)				



























<p><i>Ebliwo fe kɔkɔ</i> (hauteur du plant)</p>														
<p><i>Ebliwo fe amadede</i> (verdure)</p>														
<p><i>Ebliwo fe vidzedze</i> (épi)</p>														
<p><i>Ebliwo fe sɔsɔ</i> (densité)</p>														

**ANNEXE 5 : FICHE DE SYNTHÈSE SUR LE TERRAIN**

**OBSERVATION No** .....  
 Nom du paysan.....  
 Date d'observation .....  
 Type de parcelle .....  
 Nombre d'année de GIFS .....  
 Nombre de jours après semis .....  
 GV .....

<i>Enyo</i> (bon)	<i>Ekaḁemé</i> (acceptable)	<i>Menyo</i> (mauvais)
		

<i>Dzesiwo</i>		Agblewo											
		1 (Edze melio)			2 (Tomenu melio)			3 (Akaḁ melio)			4 (Wokataḁ ole)		
<i>Dzesi</i> ḁḁḁḁ	<i>Dzesi</i>												
<b>kḁkḁ</b> (Hauteur)													
<b>Amadede</b> (Couleur)													
<b>Sḁḁḁ</b> (Densité)													
<b>Vikpakpa</b> (Fructification)													
<b>Akaḁu</b> (Carence en potassium)													
<b>Edze</b> (Carence en Azote)													
<b>Tome nu</b> (Carence en Phosphore)													
<b>Dḁele</b> (Maladies)													
<b>Xeviḁi</b> (Attaques d'oiseaux)													
<b>Mukuna</b> (Mucuna)													
<b>Kḁḁḁi</b> (ordures ménagères)													
<b>Belele</b> (Entretien du champ)													

## CONCLUSION :

- L'apprentissage participatif a permis de développer la capacité des paysans à évaluer la fertilité des sols.
- Les paysans sont capables d'évaluer leurs sols sur le plan physique et biologique
- L'apprentissage participatif permet de renforcer les liens entre les acteurs .
- Les essais soustractifs ont permis aux paysans de comprendre que leur sol sont pauvre en potassium et en azote. Le potassium est le plus limitant