

**Rapport de démarrage du protocole d'accord CNRA/FAO sur
le projet de renforcement des capacités et d'appui à
l'installation de modules d'hydroponie dans le district
d'Abidjan (TCP/IVC/3303)**

Par

- Dr FONDIO Lassina, Agronome/Chef de Programme
- Mme DJIDJI A. Hortense, Sélectionneur des cultures maraîchères
- Dr N'GBESSO Mako FDP, Sélectionneur des cultures protéagineuses



Septembre 2012

Sommaire

Introduction.....	3
1. Rappel des objectifs de la convention.....	4
2. Rappel des résultats attendus.....	4
3. Matériel et méthode.....	4
3.1. Module hydroponique.....	4
3.2. Matériel végétal.....	5
3.3. Méthode d'étude.....	7
4. Résultats obtenus à mi-parcours.....	14
5. Difficultés rencontrées.....	15
Conclusion et perspective.....	15

Introduction

L'horticulture représente une importante source de revenu pour la population urbaine et périurbaine. Elle offre de nombreux emplois aux populations urbaines constituées d'hommes, de femmes et de jeunes généralement sans emploi. La production est assurée en majorité par les hommes et la commercialisation par les femmes qui assurent presque tout le circuit de distribution dans les marchés. Elle contribue aussi à la résolution des problèmes liés à la malnutrition, à la paupérisation des familles démunies. Toutefois, elle reste confrontée à quelques difficultés notamment les problèmes d'accès à la terre avec l'urbanisation, l'utilisation des produits chimiques et des eaux usées qui affectent la qualité des produits et l'environnement.

La recherche de nouvelles techniques et méthodes de production et de protection intégrées pour la mise en place d'une horticulture urbaine et périurbaine (HUP) durable et saine en Côte d'Ivoire a abouti à la réalisation d'une étude de faisabilité de la culture hydroponique conduite par la FAO en 2008 avec la mairie de Treichville. Vu le succès de cette étude de faisabilité et l'engouement suscité au sein de la population, la culture hydroponique a semblé être une solution aux différents problèmes de l'horticulture urbaine et périurbaine en Côte d'Ivoire (déficit de terre, abus des pesticides, utilisation des eaux usées, mauvaise qualité des produits maraîchers, etc.). Ainsi, pour vulgariser cette technologie, la FAO a lancé le 15 juillet 2011 à Treichville à Abidjan, le **Projet de renforcement des capacités et d'appui à l'installation de modules d'hydroponie dans le district d'Abidjan (TCP/IVC/3303)**.

C'est dans le cadre de l'exécution de ce projet que la FAO a sollicité le Centre National de Recherche Agronomique (CNRA) pour conduire des travaux de recherche d'accompagnement en vue de mieux adapter la technologie aux conditions locales. Cette collaboration a fait l'objet d'une convention signée entre les deux parties.

Ce document a pour objet de faire le point de la mise en œuvre de cette convention après le démarrage effectif des activités le 12 mai 2012. Il s'articule autour des points suivants :

- Rappel des objectifs ;
- Résultats attendus ;
- Matériel et méthodes ;
- Résultats obtenus ;
- Difficultés rencontrées et solutions proposées ;
- Perspectives.

1. Rappel des objectifs de la convention

Ce protocole de collaboration CNRA/FAO a pour objectif général de contribuer à une meilleure adaptation de la technique hydroponique en Côte d'Ivoire.

De façon spécifique, il s'agit de :

- tester de nouveaux substrats de moindre coût à base de sous-produits agricoles disponibles localement (coque de cacao, rafles de palmier ou fibre de noix de palmier, etc.) seuls et/ou en mélange avec les autres substrats existants ;
- Etablir des formulations de solutions nutritives efficaces (à base d'engrais minéraux et d'engrais biologiques) pour les cultures horticoles ;
- Evaluer le comportement en culture hydroponique de différentes variétés de 4 espèces (laitue, tomate, piment et aubergine) en fonction des substrats et des différentes solutions nutritives (à base d'engrais minéraux et biologique) selon les saisons (sèche et pluvieuse) ;
- Produire des fiches technico-économiques de vulgarisation de la culture hydroponique.

2. Rappel des résultats attendus

Les résultats attendus de cette convention sont :

- De nouveaux substrats à base de matériaux disponibles localement (coque d'arachide, sciures de bois, etc.) sont mis au point ;
- Une formulation de solution nutritive efficace est mise au point ;
- Des variétés de légume adaptées à la culture hydroponique sont sélectionnées ;
- Une fiche technico-économique est élaborée.

3. Matériel et méthode

3.1. Module hydroponique

Pour atteindre les objectifs fixés, un module hydroponique a été construit par la FAO à la Station Cultures Vivrières du CNRA de Bouaké (Figure 1). Les travaux de construction se sont déroulés du 9 au 12 mai 2012. Ce dispositif devant servir à l'ensemble des essais, les études ont été donc scindées en 2 grandes phases.

La première phase concerne l'étude de la formulation de solutions nutritives adaptées et la seconde portera sur la mise au point de nouveaux substrats. Les variétés de légume seront évaluées selon les différentes phases.

Mais ce rapport ne portera que sur la première phase de l'étude qui est la mise au point de formulation de solutions nutritives adaptées.

Le module hydroponique a été adapté pour contenir 24 bacs à raison de 1,5 m² par bac (avec pour dimensions : 1,5mx1m). Il permet d'évaluer 2 variétés de concombre et 2 variétés de tomate à trois solutions nutritives.

3.2.Matériel végétal

Initialement, l'évaluation variétale devrait porter sur la laitue, la tomate, l'aubergine, le piment et le poivron. Compte tenu du temps restant et prenant en compte les besoins des producteurs pour la maîtrise de la production de certaines espèces et à la demande de la FAO, 2 spéculations ont été retenues pour démarrer les essais. Il s'agit de la tomate et du concombre. Les autres espèces seront testées en culture hors sol par la suite.

Pour ce faire, le matériel végétal est constitué de 2 variétés de tomate (Mongal et F1 Lindo) et de 2 variétés de concombre (F1 Tokyo et Poinsett). Il s'agit des variétés commerciales.



Figure 1 : une vue du module hydroponique de Bouaké avant la mise en place des cultures

3.3.Méthode d'étude

3.3.1. Formulation de solutions nutritives testées

Lors de la mission de la FAO du 7 au 11 mai 2012 pour l'installation du module hydroponique à Bouaké, il a été décidé de tester 3 formulations à partir des engrais envoyés d'Abidjan et des engrais disponibles sur le marché de Bouaké.

- **Formulations avec les engrais envoyés d'Abidjan**

Le tableau 1 présente les engrais envoyés d'Abidjan.

Tableau 1 : Engrais envoyés d'Abidjan par la FAO

Engrais	Composition (%)						
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	Mg O	CaO	Oligo-éléments
Callifert	10	8	10	2,6	0,29	0	+ Oligo-éléments
Super Cacao	0	23	19	6,5	5	10	Sans oligo-élément
Super latex	18	8	18	18	8	7,5	Sans oligo-élément
Nitrate de calcium	15,5					26,5	Sans oligo-élément
Mélange NPKS	12	22	22	0,6		5	Sans oligo-élément

Avec ces engrais venus d'Abidjan et à l'aide du programme FRESH, nous avons proposé deux formulations suivantes :

Formulation 1 :

Pour 1000 l d'eau, mélanger les quantités des engrais suivants :

- Callifert : 150 g
- NPK00-23-19 : 500 g
- Super Latex : 500 g
- Nitrate de calcium: 400 g
- Mélange NPKS: 500 g

Les concentrations de la solution en éléments majeurs sont les suivantes:

N: 16,77 mM
P₂O₅: 1,95 mM
K₂O: 3,29 mM
Mg: 1 mM
Ca: 3,39 mM

La conductivité électrique (EC) de la solution est la suivante : EC:2,042 dS/m

Formulation 2 :

Pour 1000 l d'eau, mélanger les quantités des engrais suivants :

- Callifert : 100 g
- NPK00-23-19 : 700 g
- Super Latex : 500 g
- Nitrate de calcium: 550 g
- Mélange NPKS: 250 g

Les concentrations de la solution en éléments majeurs sont les suivantes:

N: 15,36 mM
P₂O₅: 1,86 mM
K₂O: 3,06 mM
MgO: 1,24 mM
CaO: 3,99 mM

La conductivité électrique de la solution (EC) est : 2,055 dS/m

- **Engrais recensés sur le marché de Bouaké**

Dans le but de proposer une formulation avec les engrais présents sur le marché de Bouaké, nous avons inventorié les engrais suivants (Tableau 2).

Tableau 2 : Engrais recensés sur le marché de Bouaké

Engrais	Composition (%)						
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	MgO	CaO	Oligo-éléments
Callifert	10	8	10	2,6	0,29	0	+ oligo-éléments
Engrais riz	12	24	18	4	3		Sans oligo-élément
Engrais coton	15	15	15	6			1B
Urée	46						Sans oligo-élément

Compte tenu de la forte teneur de l'engrais coton en Bore (1%), nous avons jugé nécessaire de ne pas prendre cet engrais dans la formulation de solution nutritive. En outre la formulation de solution nutritive intégrant l'urée a été difficile avec le programme FRESH tellement il était difficile d'obtenir un équilibre des concentrations des éléments. En conséquence, nous avons proposé une formulation de solution qui a pris finalement en compte l'engrais riz en associant d'autres engrais venant d'Abidjan. Ainsi, nous avons proposé la formulation suivante :

Formulation 3 :

Pour 1000 l d'eau, mélanger les quantités des engrais suivants :

- Callifert : 100 g
- NPK00-23-19 : 500 g
- Super Latex : 300 g
- Nitrate de calcium:600 g
- Engrais riz:700g

Les concentrations de la solution en éléments majeurs sont les suivantes:

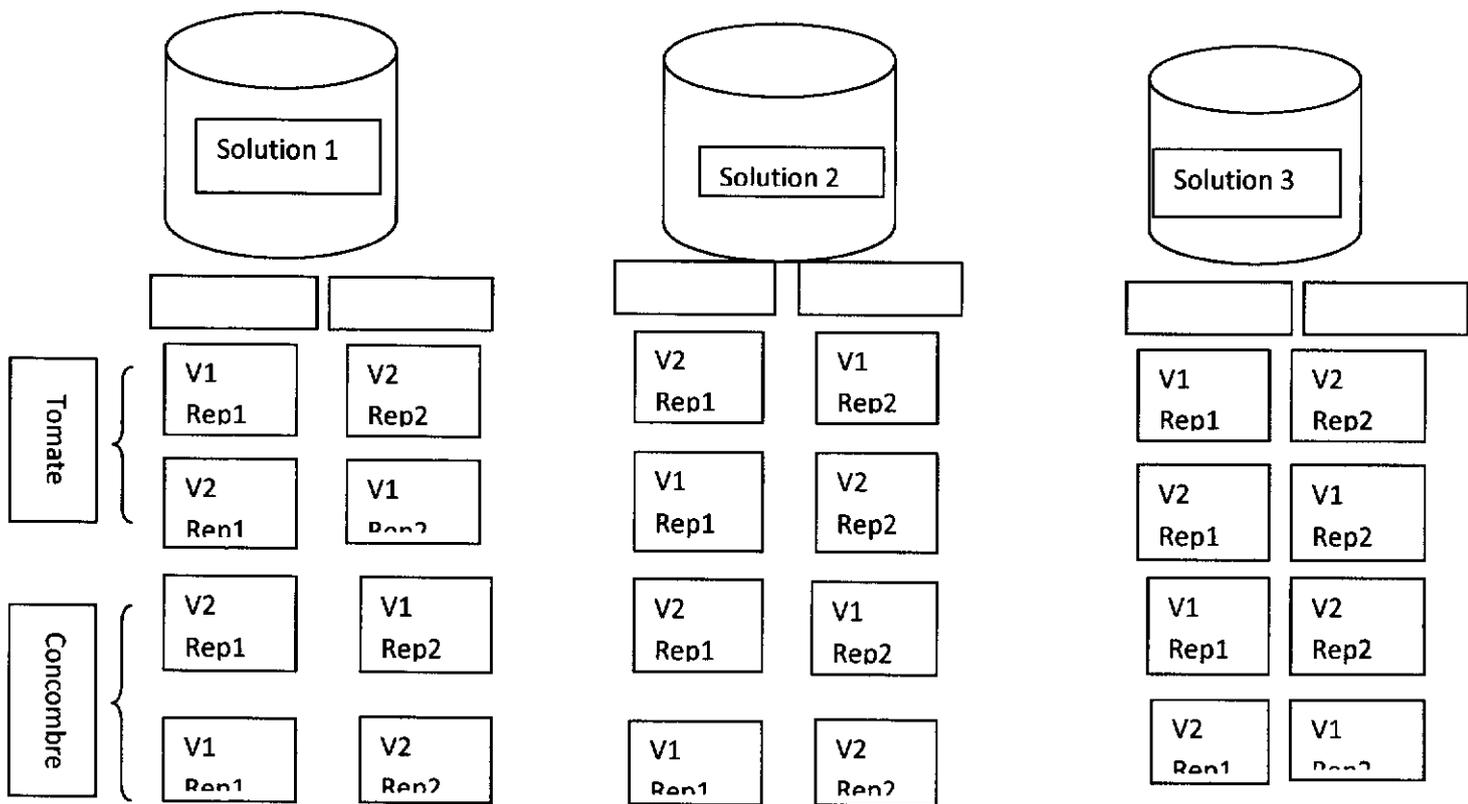
N: 17,2
P₂O₅: 2,22
K₂O: 3,03
MgO: 1,36
CaO: 3,65

La conductivité électrique de la solution est (EC) :2,154 dS/m

Ce sont ces 3 formulations de solutions qui sont testées.

3.3.2. Dispositif expérimental

Par espèce de légume (tomate et concombre), les essais ont été disposés en split-plot en 2 répétitions avec pour facteur principal la formulation de solution et facteur secondaire les variétés.



Légende :

Tomate : V1= F1 Lindo ; V2= F1 Mongal

Concombre : V1= Poinsett ; V2=F1 Tokyo

Rep = Répétition.

Figure 2 : Dispositif expérimental de l'évaluation des solutions nutritives à 2 variétés de tomate et 2 variétés de concombre

3.3.3. Conduite de la culture

a) Tomate

- **Pépinière**

Les graines des deux variétés de tomate ont été semées dans des alvéoles en polyéthylène (Figure 3). Les alvéoles ont été remplies avec un substrat composé d'un mélange de compost à base de végétaux (2/3) et de fibre de coco (1/3). Le semis a eu lieu le 12 mai 2012. Les alvéoles ont été arrosés tous les jours avec la solution nutritive dont la composition était la suivante :

Pour 100 l, les quantités sont les suivantes :

- Fertigofofol ou Callifert : 10 g ;
- NPK00-23 19 : 80 g ;
- Mélange NPKS : 40 g ;
- Superlatex : 20 g ;
- Nitrate de calcium : 100 g.

Après le semis en pépinière, les alvéoles ont été déposés pendant les 3 premiers dans un magasin à l'abri du soleil. Après la levée des graines à partir du 4^{ème} jour, les alvéoles étaient déposés au soleil hors du magasin. Chaque soir, on faisait entrer les alvéoles pour protéger les plants des pluies.

- **Repiquage**

Le 1^{er} juin 2012, soit après 18 jours de pépinière, les plants ont été repiqués dans les bacs remplis de substrat de fibre de coco à raison de 12 plants par bac (Figure 4). Il y a 4 bacs par solutions soit 12 bacs pour l'ensemble des 3 formulations de solution. Les plants sont arrosés tous les jours à raison de 150 l par jours.

b) Concombre

Le concombre a été semé directement le 7 juin 2012 dans les bacs remplis de substrat de fibre de coco à raison de 2 graines par poquet. Il y a 12 poquets par bac.



Figure 3 : Semis de graines de tomate dans les alvéoles



Figure 4 : Repiquage des plants de tomate

3.3.4. Observations et mesures

Les observations et mesures portent sur les paramètres suivants :

- **Tomate**

- le diamètre des plants à 10 cm au dessus du collet à 30 jours après le repiquage (JAR), la hauteur des plants, la date de floraison de chaque pied, la taille des plants à 50% floraison, la date de première récolte, le nombre total de fruits récoltés, le nombre de fruits atteints de pourriture apicale ou de toute autres maladies physiologiques, le nombre de fruits commercialisables ;
- Noter le développement végétatif des plants sur l'échelle de 1 à 5 (1 = très mauvais, 2 = mauvais, 3 = moyennement bon, 4 = bon, 5 = très bon) au stade de la floraison (30 jar)
- Noter les principaux insectes présents sur les plants ;
- Noter toutes les maladies rencontrées ;
- Compter tous les pieds atteints.

- **Concombre**

- La taille des plants, du diamètre des plants à 10 cm au dessus du collet à 30 jours après le semis (JAS), la hauteur des plants, la taille des plants à 50% floraison, la date de floraison de chaque pied, la date de première récolte, le nombre total de fruits récoltés, le poids des fruits, le diamètre des fruits, le nombre de fruits atteints de pourriture apicale ou malformations, le nombre de fruits commercialisables ;
- On a en outre compté les plants atteints de maladies ou d'anomalies physiologique ;
- On a noté le développement végétatif des plants sur l'échelle de 1 à 5 (1 = très mauvais, 2 = mauvais, 3 = moyennement bon, 4 = bon, 5 = très bon) au stade de la floraison (30 JAS).

4. Résultats obtenus à mi-parcours

A ce jour, les résultats disponibles sont relatifs au comportement végétatif, à la sensibilité aux maladies et à la floraison.

Développement végétatif, sensibilité aux maladies et floraison

Au plan végétatif, les plants de tomate et de concombre ont connu un bon développement avec une croissance rapide. Au cours de cette phase, très peu de cas de maladies ont été notés. Seul un pied de tomate a présenté des symptômes d'une attaque de maladie fongique (Figure 5). Au niveau de la floraison, tous les plants de tomate et de concombre sont au stade de la floraison (Figures 6 et 7).

En attendant l'analyse complète des résultats des observations, nous pouvons donner quelques indications préliminaires suivantes dans les tableaux 3 et 4.

Tomate :

Tableau 3 : Délai de floraison des variétés de tomate selon les formulations de solution

Espèce	Variétés	Date de floraison (jours après repiquage)		
		Solution 1	Solution 2	Solution 3
Tomate	Lindo	34 *	33	30
	Mongal	34	30	30

* Ces chiffres pourraient évoluer après l'analyse complète des résultats

Dans l'ensemble, la floraison paraît précoce quelle que soit la solution par rapport à la culture conventionnelle sur le sol. Généralement, la tomate fleurit en moyenne entre 40 et 45 jours après le repiquage en culture conventionnelle sur le sol alors selon les résultats préliminaires de notre expérimentation, le délai de floraison se situe entre 30 et 34 jours après le repiquage.

Concombre

Tableau 4 : Délais de floraison des variétés de concombre selon les formulations de solution

Variétés	Date de floraison (jours après semis)		
	Solution 1	Solution 2	Solution 3
Poinsett	35*	34	33
F1 Tokyo	31	30	31

* Ces chiffres pourraient évoluer après l'analyse complète des résultats

Ces délais de floraison semble aussi précoces à comparer à 40-45 jours en culture conventionnelle. Mais ces observations préliminaires seront plus analysées dans le rapport final de l'essai.

5. Difficultés rencontrées

La principale difficulté rencontrée est la non disponibilité des équipements demandés par la FAO. Ainsi, l'absence du pH-mètre et du conductimètre n'a pas permis de vérifier le pH et la conductivité des solutions élaborées. En outre, l'absence du thermomètre et de l'hygromètre n'ont pas permis de suivre l'évolution des températures et de l'humidité de l'air dans la serre.

L'absence du pH-mètre peut avoir pour conséquence la méconnaissance du pH et donc de l'acidité du milieu qui influence le comportement des plantes. L'absence du conductimètre a pour conséquence la méconnaissance de la salinité du milieu qui agit aussi sur le développement des plantes.

Quant au thermomètre et l'hygromètre leur absence a pour conséquence de ne pas disposer de données sur les conditions des températures et de l'humidité ambiante du module hydroponique. La température et l'humidité du milieu agissent sur la capacité de transpiration des plantes. Quand il fait chaud et sec, les plantes ont tendance à absorber beaucoup d'eau par transpiration. C'est absorption de l'eau qui favorise à son tour l'absorption des éléments nutritifs et en particulier celle du Ca^{+} . Quand il fait frais et humide, l'absorption de l'eau est faible et le Ca^{+} n'est absorbé qu'en petite quantité. Il peut alors survenir des problèmes de carence qui se traduisent par des cas de pourritures apicales chez la tomate.

Donc il faut qu'absolument ces équipements soient mis à notre disposition pour nous permettre de mieux interpréter les résultats.

Conclusion et perspective

A ce stade, les essais se déroulent bien. La difficulté majeure demeure la non disponibilité des appareils de mesure prévus.

En perspective, après cet essai, le test sur la recherche de nouveaux substrats sera réalisé.



Figure 5 : pied de tomate présentant des symptômes d'une attaque fongique



Figure 6 : Plants de tomate au stade de la floraison



Figure 7 : Plants de concombre au stade d'initiation florale