

# Traque aux innovations des exploitations maraîchères au Bénin

**De Troij A.<sup>1</sup>, Francisco A.R.<sup>2</sup>, Yarou B.B.<sup>2</sup>, Belmin R.<sup>1</sup>, Aboubakar Souna D.<sup>1</sup>, Togbé D.R.<sup>3</sup>, Martin T.<sup>1</sup>, Le Bellec F.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Cirad UR Hortsys, Univ Montpellier, Montpellier, France; <sup>2</sup>World Vegetable Center; West and Central Africa, Cotonou, Benin; <sup>3</sup>International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Cotonou, Benin;

*27 Novembre 2024*

Colloque Scientifique International de l'Université Nationale d'Agriculture

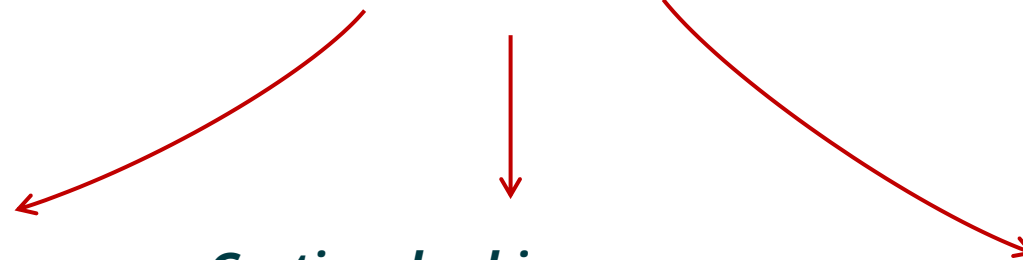


MINISTÈRE  
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
RÉPUBLIQUE DU BÉNIN



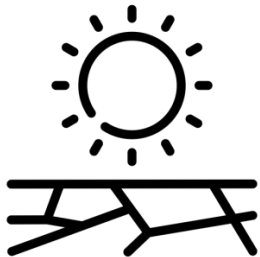
# I - Introduction

## Défis ?



### Changement climatique

- + en + d'extrêmes climatiques
- Bouleversement du calendrier agricole



### Gestion des bio-agresseurs

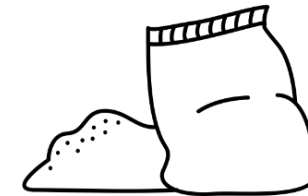
- Résistance Pesticides de synthèse
- Invasion de nouveaux ravageurs



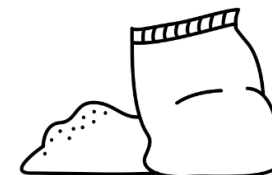
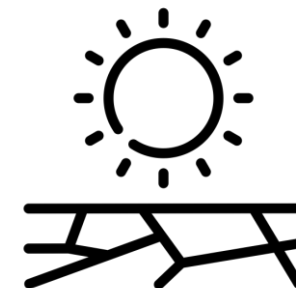
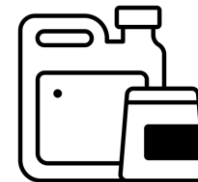
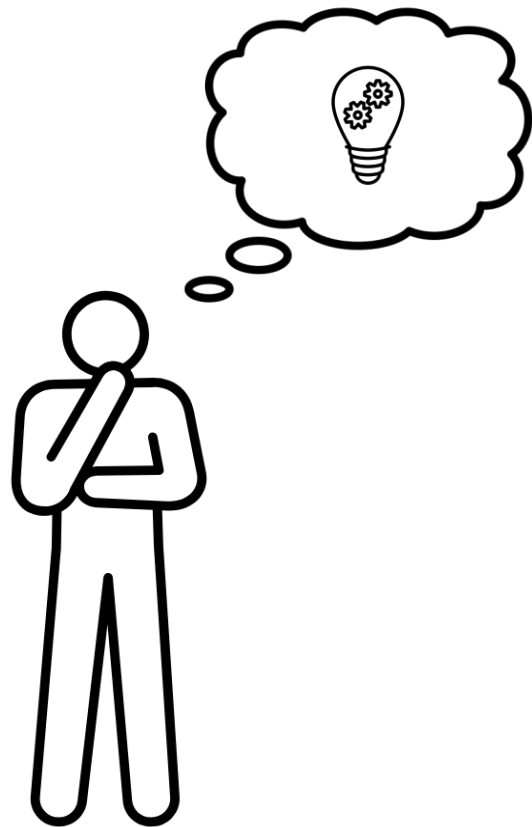
**Baisse de la qualité & des rendements**  
**Dégradation de la santé des sols**  
**Surutilisation des pesticides de synthèse**

### Accès aux intrants

- Qualité
- Disponibilité
- Coûts élevés



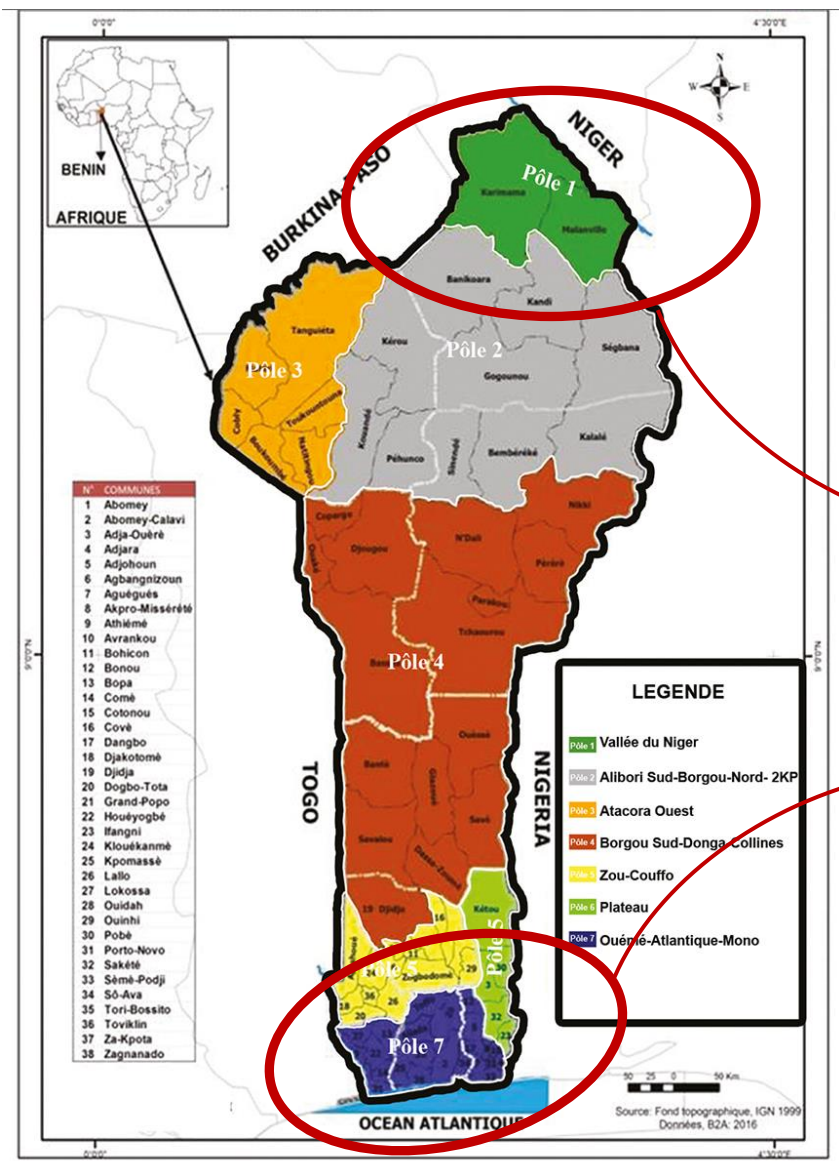
# I - Introduction



**L'innovation agricole** est le processus par lequel des individus mettent en œuvre des produits, des procédés ou des modes d'organisation, nouveaux ou déjà existants, pour la première fois dans un contexte spécifique afin d'améliorer l'efficacité, la compétitivité, la résilience ou la durabilité environnementale, contribuant ainsi à la sécurité alimentaire et à la nutrition, au développement économique et à la gestion durable des ressources naturelles.

(FAO 2018)

# II – Material & Methods



Principales contraintes et opportunités dans la filière maraîchère

Traque aux innovations  
Préparation du sol  
Pépinière  
Fertilisation  
Gestion phytosanitaire  
Adaptation aux CC

	Phase 1 Août – Nov 2021	Phase 2 Déc. 2021 – Mai 2022
<b>ATDA 1</b>	140 x	47 x
<b>ATDA 7</b>	288 x	60 x
<b>Total</b>	<b>428</b>	<b>107</b>



### III – Results

- Amendement et pratiques climato-intelligentes

Innovations	ATDA 1	ATDA 7
Argile	1%	-
Compost	10%	6%
Paillage en plein champs	-	7%
Maintien / plantation d'arbres	41%	49%

*Légende : Part des producteurs de l'ATDA1 (N=47) et de l'ATDA7 (N=60) adoptant des innovations liées avec l'amendement et les pratiques climato-intelligentes*



### III – Results

- Pépinière

Innovations	ATDA 1	ATDA 7
<b>Stérilisation du substrat</b>	<b>2%</b>	<b>58%</b>
Feuille, tourteaux ou huile de Neem	-	4%
Brulis	-	13%
Substrat chaud	2%	3%
<b>Protection des pépinières</b>	<b>45%</b>	<b>95%</b>
Filet Anti-insectes/moustiquaires	11%	43%
Biopesticides	4%	25%

*Légende : Part des producteurs de l'ATDA1 (N=47) et de l'ATDA7 (N=60) adoptant des innovations au stade pépinière*

### III – Results

- Protection phytosanitaire

Innovations	ATDA 1	ATDA 7
<b>Biopesticides autoproduits</b>	<b>21%</b>	<b>45%</b>
Neem	21%	40%
Piment	-	25%
Ail	-	10%
Papaye	-	5%
Tchiayo	-	3%
Moringa	-	3%
Autres	4%	12%

*Légende : Part des producteurs de l'ATDA1 (N=47) et de l'ATDA7 (N=60) adoptant des innovations de protection des cultures*

# III – Results

- Fertilisation

Innovations	ATDA 1	ATDA 7
<b>Plantes de services</b>	<b>13%</b>	<b>23%</b>
Niébé	6%	12%
Mucuna	2%	12%
Arachide	4%	8%
Pois d'Angole	-	3%
Voandzou	-	2%
<b>Biofertilisant liquide « Solution de fruits »</b>	-	<b>25%</b>

*Légende : Part des producteurs de l'ATDA1 (N=47) et de l'ATDA7 (N=60) adoptant des innovations de fertilisation*





# III – Results

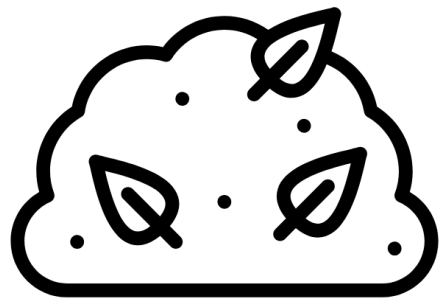
- Fertilisation

Prod.	ingrédients	Proportion liquide coco (% et L)		Proportion liquide orange (% et L)		Proportion liquide ananas (% et L)		Eau (% et L)		Sucre (kg) / quantité de volume final	Particularité	dose (mL) dans 16L	fréquence (jours)
A	Coco, ananas, orange, sucre	26%	5	7%	1,5	16%	3	51%	10	1/20L	3 jours au repos	180	7
B	Coco, ananas, orange, sucre	25%	0,25	13%	0,125	13%	0,125	0%		1/0,5L	Volume pour 1 L pas de fermentation	50	14
C	Coco, ananas, orange, sucre	50%		13%		13%		0%		1	1/2 coco vert, 1/2 coco blanc 1 jour de repos minimum	50	3,5
D	Coco, orange, ananas, sucre	13%		25%		13%		0%		1	24 heures de repos minimum	35	12
E	Ananas, piment, gingembre	0%		0%		60%	0,6	0%		1/1L		25	3,5
F	Coco, ananas, orange, sucre	50%		25%		25%		0%		2	Remuer pendant 45mm	20	7
G	Coco, ananas, orange, sucre	33%		33%		33%		0%			Pour avoir du NPK utilisez des coco sec	200	7
H	Coco, ananas, orange, sucre	40%	0,4	20%	0,2	20%	0,2	0%			quantité variable de sucre	50	14
I	Coco, ananas, orange, sucre	20%		20%		20%		0%		1,5		50	
J	orange, coco, ananas, Sucre, jus de pastèque, jus de poivron										fermé pendant une semaine		

Tableau : Diversité dans la préparation de la « Solution de fruit » - Cas de 10 producteurs

## IV – Discussion

- Amendement et pratiques climato-intelligentes



**Argile & Compost**

- Propriétés physiques (Rétention d'eau, formation agrégats)
- Propriétés chimiques (Rétention des nutriments, CEC)
- Propriétés biologiques

(Tessier et al, 2006); (Amonmide et al 2019)



**Paillage**

- Meilleure infiltration de l'eau
- Conservation de l'humidité
- Effet tampon face aux fortes températures
- Limite l'érosion éolienne et hydrique

(Barche et al 2014), (Komadan et al. 2023)

- Zone Aride au Kenya : *Solanum nigrum*  
Pratique du producteur (PP) vs PP + Paillage :



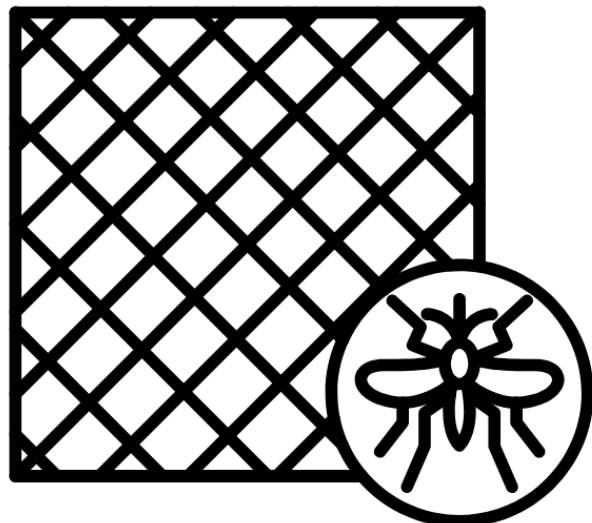
Rendement  
+ 48%

(Muthama et al 2023)

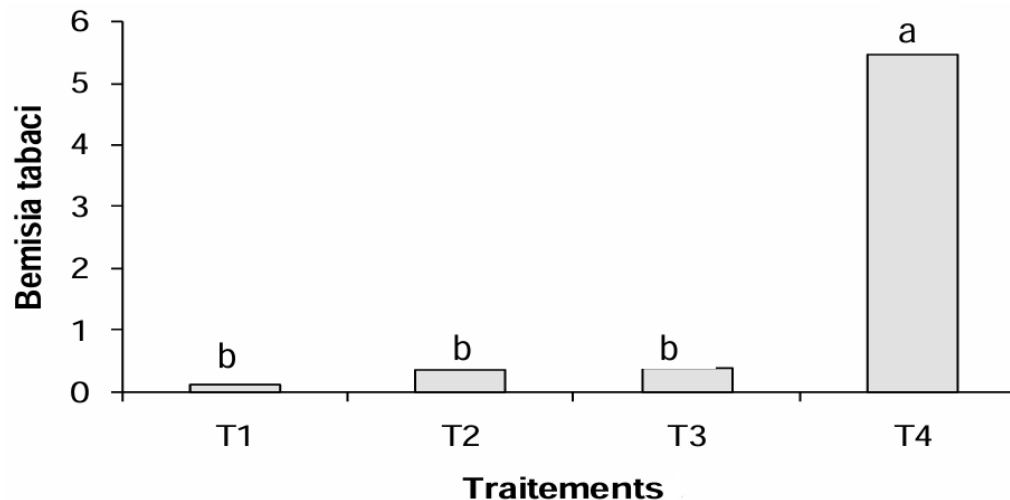


## IV – Discussion

- Pépinière




**Pépinière sous filet**



T1 = moustiquaire imprégnée de Bifenthrine  
T2 = moustiquaire imprégnée de deltaméthrine  
T3 = moustiquaire non imprégnée  
T4= pratique paysanne non protégée à la moustiquaire

*Figure : Coefficient d'infestation des adultes de B. tabaci en pépinière de tomate à Agonkanmey – Source : (Houndete et al. 2010)*

 **70 %**  
des traitements sous pépinière de choux au Kenya et au Bénin  
(Martin et al, 2014)

### **Stérilisation du sol**

**Bioagresseur du sol :** Pythium, Phytophthora, Botrytis, Rhizoctonia, Aspergillus, Clavibacter, Meloidogyne, Pennicilum, Sclerotium, etc.



**Traitement à la chaleur :** 60°C pendant quelques heures  
45°C pendant 100 à 200 heures

(Dauda et al, 2022)  
(FAO, 1998)



## IV – Discussion

- Fertilisation

### Plantes fertilisantes :

#### Plantes d'intérêt économique :

- Niébé
- Arachide
- Pois d'Angole
- Voandzou

#### Plantes d'intérêt non-économique :

- Mucuna

- amélioration de la fertilité des sols (34 à 108 kg N/ha)
- contrôle de l'érosion des sols
- contrôle les adventices
- Effet contre *Meliodogyne spp* et *Ralstonia spp*

(Muoni et al, 2019), (Osei et al, 2010), (Fernandes et al, 2010)



Source : Antoine De Troij





## IV – Discussion

- Fertilisation – Solution de fruit

Constituants	Teneur moyenne	
	Ananas frais	Jus d'ananas
Énergie (kJ/100 g)	223	206
Énergie (kcal/100 g)	52.6	48
Eau (g/100 g)	85.8	86.3
Protéines (g/100 g)	0.4	0.3
Glucides (g/100 g)	11	11.6
Lipides (g/100 g)	0.2	< 0.1
Sucres (g/100 g)	9.24	11.6
Fibres (g/100 g)	1.52	0.2

Éléments minéraux		
Sodium (mg/100 g)	< 5.67	1.1
Magnésium (mg/100g)	19.8	13.8
Phosphore (mg/100 g)	11	7.8
Potassium (mg/100 g)	170	133
Calcium (mg/100 g)	20.3	12.4
Manganèse (mg/100 g)	2.02	1.2
Fer (mg/100 g)	0.225	0.225
Cuivre (mg/100 g)	0.076	0.04
Zinc (mg/100 g)	0.667	0.08
Sélénium (µg/100 g)	0.28	1.1
Iode (µg/100 g)	1.22	1
Bêta-carotène (µg/100 g)	38.5	40
Vitamines		

Tableau : Composition d'ananas frais et jus d'ananas

Ananas		
g/100g ou g/100mL	Carbohydrates	13,12
g/100g	Fibres	1,4
<b>Macro-nutriments</b>	Vitamine C	47,8
mg/100g ou mg/100mL	Phosphore	8
	Potassium	109
	Magnésium	12
	Sodium	1
	Calcium	13
<b>Micro-nutriments</b>	Vitamine A	3
µg/100g	Fer	<b>290</b>
	Selenium	0,1
	Cuivre	<b>110</b>
	Manganèse	<b>930</b>
	Zinc	<b>120</b>
<b>Caroténoïdes</b>		
µg β-carotène équivalent/100g		52,6
<b>Composés phénoliques (Teneur)</b>		
Fruit: mg acide gallique équivalent/100g		33
Boissons: g/L		
<b>pH</b>		3,5

Tableau : Composition d'ananas



### Riche en éléments nutritifs

L'ananas est un fruit riche en acides phénoliques aux propriétés **antioxydantes**

Composé phénolique joue un rôle protecteur contre divers **stress abiotiques** (températures élevées, la sécheresse, les métaux lourds et la salinité)



# IV – Discussion



- Fertilisation – Solution de fruit - Orange

Tableau : Composition du jus d'orange pour 100 gr (Ciqual 2016)

Paramètres (pour 100g)	
Calories kcal	46,4
Protéines g	1,06
Glucides g	8,04
Lipides g	0,28
<b>Vitamines</b>	
Vitamine C (mg)	57
Vitamine B9 (µg)	38,1
<b>Minéraux (mg)</b>	
Potassium	151
Calcium	29,7
<b>Oligoéléments</b>	
Bêta-carotène (µg)	71
Fer (mg)	0,089

Riche en acide ascorbique aux **propriétés antioxydantes**  
(Prades 2012) (Zbadi 2018)

L'acide A. réduit la dégradation des protéines formées,  
ce qui induit une **augmentation du rendement**.  
(Giovannoni 2007)

Tableau : Composition volatile des jus d'oranges de 3 variétés et extraits de manière manuelle ou mécanique (concentration en ppm) (Moshonas et Shaw, 1994)

Composé volatil	Valencia		Pineapple		Ambersweet	
	Mécanique	Manuelle	Mécanique	Manuelle	Mécanique	Manuelle
<b>Cétones</b>						
1-penten-3-one	0.02	0.01	0.03	0.02	0.11	0.09
Carvone	0.11	0.00	0.07	0.05	0.10	0.10
<b>Terpènes</b>						
α-pinene	0.94	0.10	1.09	0.13	1.03	0.39
Sabinene	0.04	0.02	0.05	0.02	0.19	0.02
Myrcene	3.30	0.34	4.10	0.44	4.00	1.50
α-phellandrene	0.02	0.01	0.03	0.01	0.02	0.01
δ-3-carene	0.04	0.01	0.10	0.01	0.01	0.00
<b>Limonène</b>	<b>134.0</b>	<b>18.0</b>	<b>191.0</b>	<b>24.0</b>	<b>167.0</b>	<b>65.0</b>
β-myrcene	0.07	0.02	0.28	0.03	0.06	0.03
γ-terpinene	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Valencene	4.40	3.30	5.10	2.40	6.50	0.83
Linalool	0.92	0.13	3.70	0.05	1.02	0.39
terpinen-4-ol	0.20	0.00	0.00	0.17	0.10	0.09

## Limonène

- connu comme molécule présente dans biopesticide
- Propriétés **insecticides**, antifongique, antibactérien et antioxydante

(Hebeish 2008), (Abeer A. Mohamed 2019)

# IV – Discussion

- Fertilisation – Solution de fruit - Coco

## Coco immature

+ riche en Azote (N)

→ Phase végétative



## Coco mature

+ riche en P et K

→ Phase de fructification  
Légumes racines, tubercules



- L'eau de coco contient des **acides aminés** (2 mg /100 mL)  
→ Les teneurs en alanine, arginine, cystéine et sérine sont plus élevées que dans le lait de vache
- L'eau de coco contient un **facteur de croissance** qui stimule différentes souches bactériennes.  
→ Davantage présent dans l'eau de coco provenant de fruits immatures
- Neuf **phytohormones** ont été détectées et quantifiées dans l'eau de coco  
→ zéatine-O glucoside, dihydrozéatine-O-glucoside, kiné étain, ZMP, gibbérellines, IAA et ABA
- De nombreuses peptides de défense aux **propriétés bactéricides**.  
→ Cn-AMP utilisé pour le développement de nouveaux antibiotiques.

Source information	[30]	
Coconut type	young	mature
Average Weight of Coconut (g)	565	393
Age of coconut	6 months	12 months
Source of coconut		
<b>Inorganic ions</b>	<i>(mg/100g)</i>	
Calcium, Ca	27.35	31.64
Iron, Fe	0.02	0.02
Magnesium, Mg	6.40	9.44
Phosphorus, P	4.66	12.77
Potassium, K	203.70	257.52
Sodium, Na	1.75	16.10
Zinc, Zn	0.07	0.02
Copper, Cu	0.01	0.03
Manganese, Mn	0.12	0.08
Selenium, Se		
Chlorine, Cl		
Sulfur, S	0.58	
Aluminium, Al	0.07	0.06
Boron, B	0.05	0.08

Tableau : Composition d'eau de coco (Yong, et al. 2009)

## IV – Discussion



- Fertilisation – Solution de fruit - Fermentation
- La fermentation lactique permet de mieux préserver les minéraux, les vitamines et les **composés phénoliques**, grâce aux bactéries lactiques. (*Fressard 2019*)
- Au cours de la fermentation, les concentrations en ions **Ca<sup>2+</sup> et Mg<sup>2+</sup>** augmentent ainsi que leur biodisponibilité (*Fressard 2019*)
- **L'acide ascorbique** (vitamine C) croit lors de la fermentation (*Giovannoni 2007*)
- Les bactéries Lactiques produisent des **composés antimicrobiens** qui inhibent la croissance d'autres microorganismes potentiellement pathogènes. (*Fressard 2019*)
- **L'acide acétique** est principalement excrété dans le milieu de fermentation de l'eau de coco qui est utilisé notamment comme bactéricide et fongicide, entre autre contre **anthracnose** (*Janzantti, 2004 & Weber 2016*)

# V – Conclusion

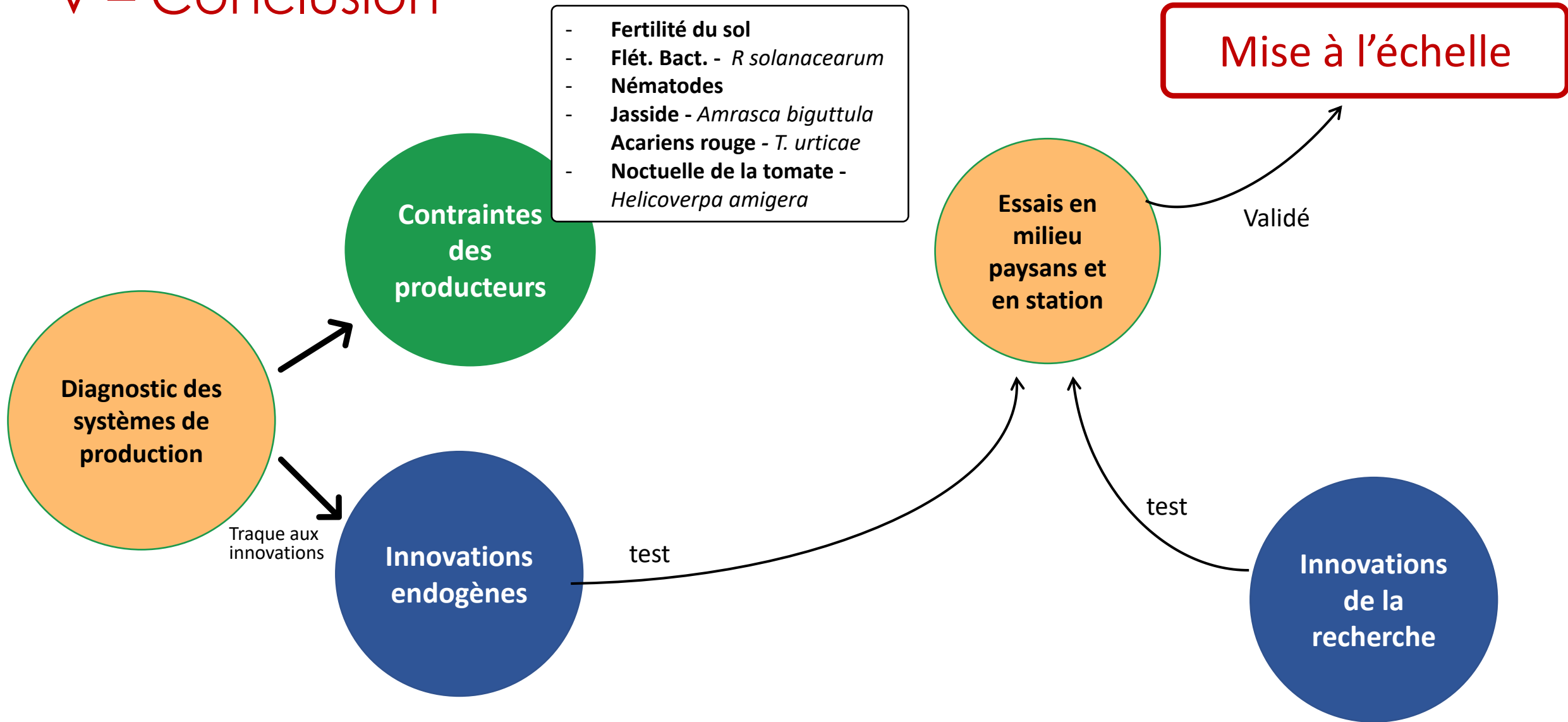


Figure : Stratégie mise en place dans le cadre du projet SafeVeg

# V – Conclusion

## Essai en milieu Paysan : Gestion des Nématodes

Culture de référence : Piment (2<sup>ème</sup> cycle)



x 10

Modalité x 5

Répétition x 4

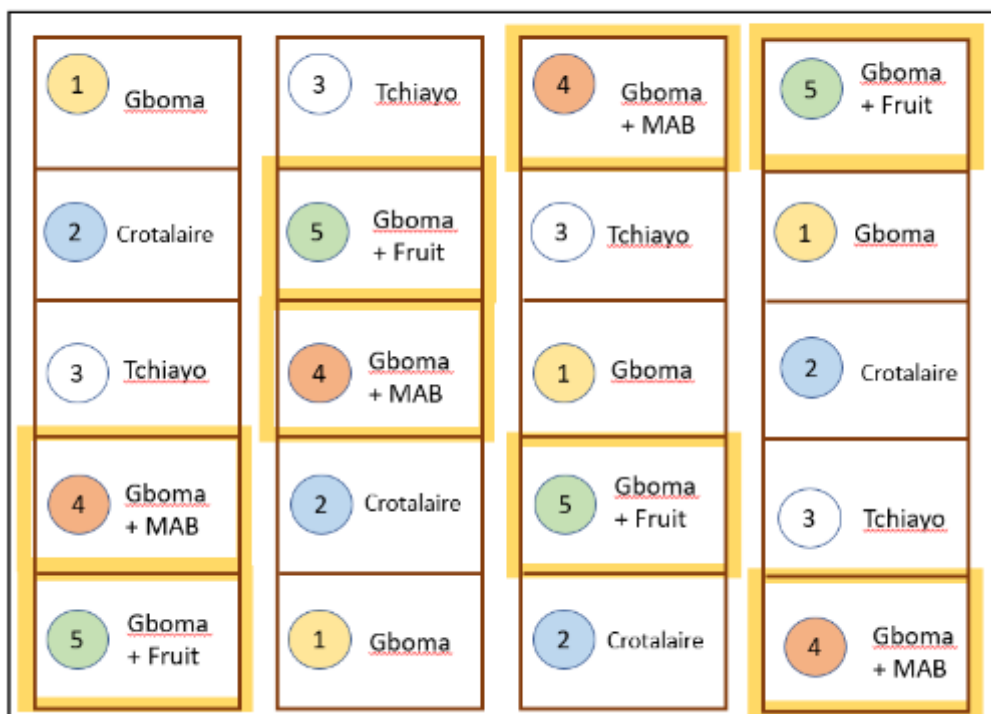
1. Plante de service 1 - innovation recherche
2. Plante de service 2 - innovation endogène
3. Micro-organisme + MO - innovation recherche
4. Micro-organisme + MO - innovation endogène

1<sup>er</sup> cycle



50 cm tampon

Environ 130 m<sup>2</sup>



### Suivis indicateurs :

#### Biologique :

- Densité de population de nématodes dans sol et Racine

#### Agronomique :

- Rendement
- Vigueur des plants

#### Socio-éco :

- Coût
- Temps de W
- Facilité d'application

Figure : Exemple d'essai en milieu paysan testant des innovations endogènes et issues de la recherche



# ACKNOWLEDGEMENTS

## Organizers

Colloque Scientifique International de l'Université Nationale d'Agriculture



MINISTÈRE  
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
RÉPUBLIQUE DU BÉNIN

## Partners



WAGENINGEN  
UNIVERSITY & RESEARCH



World Vegetable Center



## Funders



Ministry of Foreign Affairs of the  
Netherlands