

VALORISATION DU DIGESTAT LIQUIDE ISSU DE LA BIODIGESTION DE JUS DE MANIOC



Septembre 2020 – Décembre 2020



Table des matières

1.1	Contexte.....	4
1.2	Objectifs de l'étude.....	4
1.3	Méthodologie.....	5
2_	Digestat et sol d'application	5
2.1	Production moyenne des biodigesteurs.....	5
2.2	Schéma synthèse des biodigesteurs.....	7
2.3	Production du digestat pendant l'étude.....	7
2.4	Composition du digestat liquide.....	8
2.5	Structure et historique du sol	8
3.1	Identification du producteur	9
3.2	Identification des cultures de l'étude.....	9
3.3	Préparation des placettes	10
3.4	Préparation du digestat.....	10
3.5	Application du digestat	11
3.6	Suivi de la production	12
3.6.1	Suivi et entretien des plantes.....	12
3.6.2	Suivi de la récolte.....	12
3.6.3	Calcul des rendements.....	12
4_	Résultats et interprétations.....	13
4.1	Suivi de la croissance des concombres.....	13
4.2	Suivi de la croissance du haricot vert	14
4.3	Rendement de production	14
5_	Conclusion	15

Table des figures

Figure 1. Schéma du biodigesteur à dôme enterré (à gauche) et photo de l'implantation du biodigesteur (à droite).....	7
Figure 2. Schéma flux de matières.....	7
Figure 3. Renouvellement des composants organiques du sol.....	8
Figure 4. Labour manuel pour la préparation d'une placette.	10
Figure 5: Récolte de concombre.....	13

Table des tableaux

Tableau 1. Bilan des tests d'optimisation du rendement en biogaz.....	6
Tableau 2. Observations pendant les étapes de culture pour chaque type de placette de concombre	13
Tableau 3. Observations pendant les étapes de culture pour chaque type de placette de haricot vert.....	14
Tableau 4. Quantités récoltées par type de placette et augmentation du rendement par rapport au témoin.....	14

1_Introduction

1.1 Contexte

Nitidæ, association (loi 1901) à but non lucratif, est née de la fusion de deux associations (Etc Terra et Rongead) en décembre 2017. Elle développe des outils permettant de faire des diagnostics, suivre les impacts à l'échelle territoriale, mettre en évidence de façon pédagogique les conflits et les synergies entre secteurs afin de trouver des solutions partagées par tous. Les projets qu'elle développe peuvent être plus sectoriels aussi, allant du renforcement de filières agricoles et forestières à forte valeur ajoutée à la valorisation énergétique des déchets agro-industriels. C'est dans la logique de la valorisation énergétique que le projet Agrovalor a été conçu afin de répondre d'une part, aux conséquences environnementaux sérieux qu'aurait le développement des industries de transformation dans les pays sud. D'autre part, la production d'énergie nécessaire aux procédés de transformation entraîne une consommation intensive de bois de chauffe, impactant le couvert forestier, alors que, les déchets générés sont rejetés en milieu naturel, dans lequel ils se dégradent parfois très mal, polluant le sol et les eaux souterraines.

A cet effet, le projet Agrovalor, a installé des foyers améliorés (économise plus de 50% de bois de chauffe) et des biodigesteurs (pour l'assainissement et la valorisation des effluents de manioc) au profit des groupements de femmes transformatrices de manioc en attiékés. Ainsi deux biodigesteurs de capacité 20 m³ et 10 m³ sont installés respectivement à COFERMVIB et à Tchèlèkro dans la ville de Bouaké. Ces biodigesteurs font la méthanisation de l'effluent de manioc neutralisé en produisant objectivement du biogaz et un dérivé du digestat liquide. Le biogaz est utilisé pour la cuisson par contre le digestat liquide qui serait fortement azoté n'est pas valorisé.

Pour des cultures ayant des besoins élevés en azote, les apports du sol pourraient être insuffisant et ces de digestat liquides pourraient être intéressants car ils contiennent une part importante directement assimilable. Toutefois, peu de connaissances existent sur son utilisation optimale, particulièrement en cultures maraichères. Cette étude se focalise sur son intérêt agronomique et les modalités de sa valorisation en Agriculture.

1.2 Objectifs de l'étude

Le bio digesteur, dont le principe de fonctionnement est exposé ci-dessous, a pour objet de traiter les effluents liquide issu du pressage du manioc avec la panse afin de produire du biogaz. Ce processus de digestion de la matière génère un digestat dont cette étude vise à préciser l'intérêt agronomique et à définir les modalités de sa valorisation en Agriculture.

. A cet effet, les objectifs spécifiques suivants sont fixés :

- i. Déterminer le mode d'application du digestat liquide
- ii. Déterminer l'impact du digestat liquide sur les cultures
- iii. Déterminer les conditions d'utilisation du digestat en fonction de la période d'application

1.3 Méthodologie

La démarche utilisée consiste à évaluer les effets des différents dosages de digestat sur la base de l'historique des pratiques sur une parcelle donnée. Elle permet de fournir les informations sur la production de la culture habituelle en place chez les agriculteurs de la région et prend en compte les rendements réels obtenus, résultant de l'historique des pratiques et des « accidents » climatique ou de conduite. Les tests réalisés traduisent ainsi les résultats pouvant être obtenus par des producteurs utilisant les mêmes dosages pour les mêmes cultures étudiées. A la fin, le résultat qui peut être obtenu sur des expérimentations avec un dosage optimal et un cadre de contraintes moins important peut-être recommandé aux producteurs. La méthodologie retenue pour cette étude a compris :

- i. Une synthèse sur l'historique du sol et l'origine du digestat
- ii. Identification des producteurs et les cultures sur lesquelles le digestat est appliqué,
- iii. Préparation du sol et du digestat ;
- iv. Définition d'une note technique synthétique pour les tests ;
- v. Suivi de la croissance et le développement des plantes avant les récoltes ;
- vi. Détermination des rendements des produits obtenus après les récoltes

2_ Digestat et sol d'application

2.1 Production moyenne des biodigesteurs

Dans les exploitations maraîchères on rencontre les systèmes agricoles les plus intensifs, caractérisés par des successions de cultures rapides sur la même parcelle. La majorité de ces exploitations sont spécialisées, de ce fait la fertilisation est réalisée à partir d'intrants. Les exportations conséquentes et les besoins ponctuels importants de certaines cultures entraînent très souvent l'utilisation de fertilisants tel que les digestat.

Dans le cadre du projet Agrovalor RCI, la coopérative COFEMVIB et l'unité artisanale famille N'Guessan de production d'attiékés, ont été choisies pour bénéficier respectivement de l'installation de biodigesteur. COFEMVIB est situé à Bouaké, Sokoura, marché de Bromakoté et l'unité artisanale famille N'Guessan est situé à Tchêlekro. Le tableau suivant présente sur trois mois la quantité d'effluents de manioc journalière admise dans chacun des biodigesteurs chez chacune des structures.

Tableau 1. Bilan des tests d'optimisation du rendement en biogaz

	Période	Eau (L/j)	Panse de bovin (L/j)	Jus de manioc neutralisé (L/j)	Qté moy. mélange total (L/j)	Prod. moy. biogaz (m ³ /j)
BDG - 10m ³ (N'Guessan)	1 mois	43	21	117	181	3
	(avril)	24%	11%	65%	100%	
	1 mois	20	10	120	150	1,7
	(mai)	13%	7%	80%	100%	
	1 mois	20	10	120	150	1,93
	(juin)	13%	7%	80%	100%	
BDG - 20m ³ (COFEMVIB)	1 mois	-	99	225	324	2,9
	(avril)	-	31%	69%	100%	
	1 mois	-	50	250	300	3
	(mai)	-	17%	83%	100%	
	01 au 16	-	50	250	300	3,5
	(juin)	-	17%	83%	100%	
	17 au 30	-	25	250	275	2,27
	(juin)	-	10%	90%	100%	
	1 mois	-	-	250	-	1
	(juillet)	-	-	100%	-	

2.2 Schéma synthèse des biodigesteurs

Ce biodigesteur de type indien Deenbandhu construits avec des briques en ciment, dispose d'un dôme fixe. La durée de vie est estimée entre 20 et 25 ans à condition que la construction soit exécutée avec succès et les règles pour l'entretien soient respectées

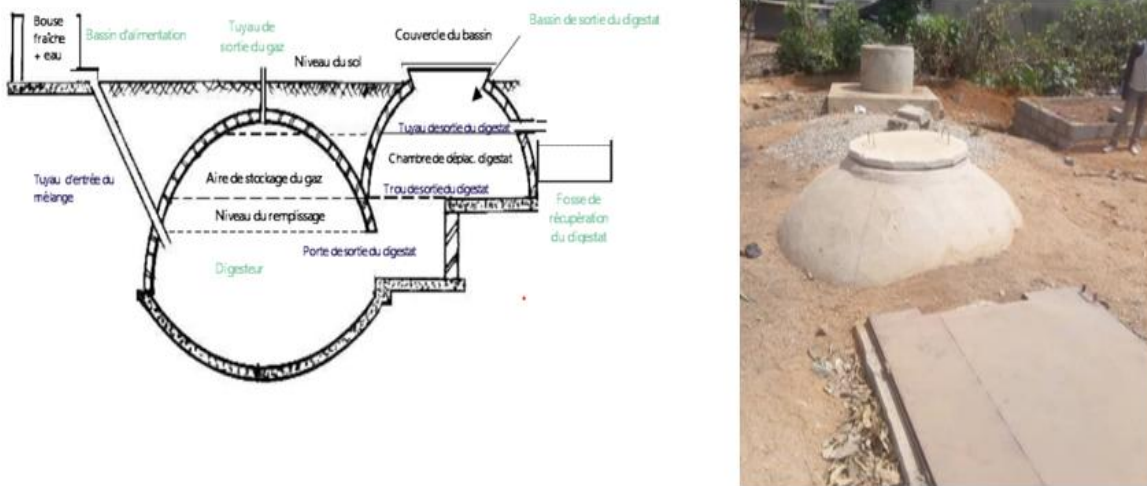


Figure 1. Schéma du biodigesteur à dôme enterré (à gauche) et photo de l'implantation du biodigesteur (à droite)

2.3 Production du digestat pendant l'étude

Les intrants de la production du biogaz sont entre autres : l'effluents de manioc, la bouse de vache pour l'ensemencement des digesteurs, la cendre et la soude pour la neutralisation du pH, l'eau neutre et le contenu des panses de bovin pour équilibrer le rapport C/N. Le schéma ci-dessous présente le résumé des entrants et des sortants du biodigesteur.

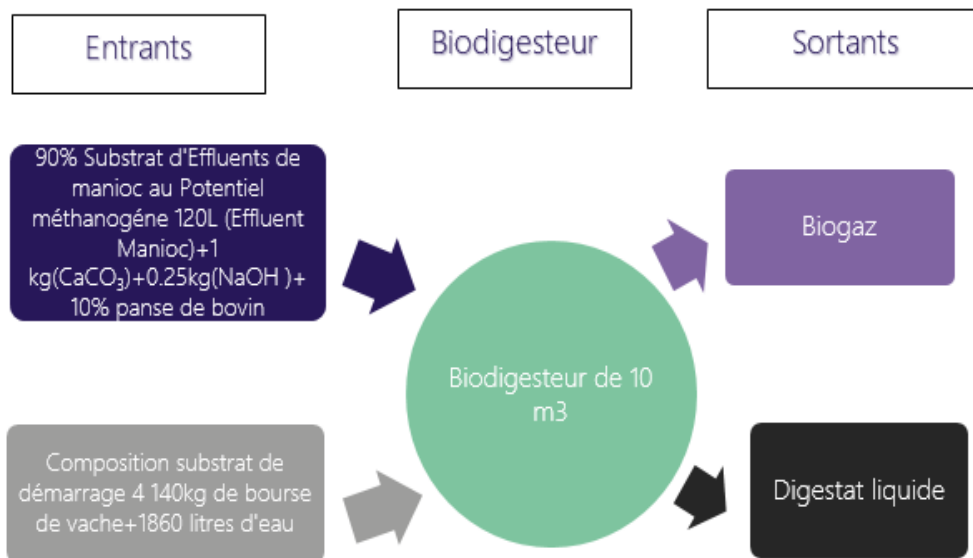


Figure 2. Schéma flux de matières

2.4 Composition du digestat liquide

Le digestat serait une matière fertilisante destinée à assurer la nutrition des plantes par apport d'éléments fertilisants. Compte tenu de sa composition moyenne, l'effet revendiqué concerne principalement l'azote et le potassium. Il se caractérise par une forte proportion d'azote ammoniacal. Le digestat liquide issu de la méthanisation en voie liquide répond plus au profil d'engrais organo-minéral qu'au profil d'engrais organique. Il est donc assimilable plus facilement et plus rapidement par les plantes si on le compare avec l'épandage de fumier ou de lisier (notamment l'azote).

2.5 Structure et historique du sol

La ville de Bouaké, où se trouve les sites de cette étude présente des sols de bas-fonds limono-argileux à limono-sableux avec une structure prismatique grossière (Jean-Michel Kouakou, 2017). Les sols de ces sites ont une porosité très faible et sont pratiquement inondés pendant une bonne partie de l'année. Toutes ces caractéristiques précitées des zones hydromorphes de la région de Bouaké sont favorables aux activités rizicoles et maraichères.

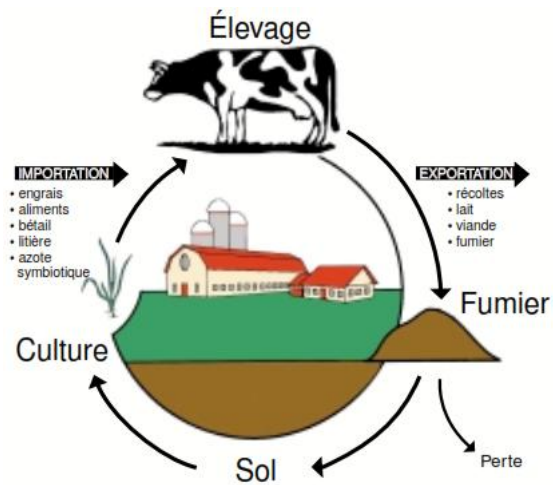


Figure 3. Renouvellement des composants organiques du sol

Selon Mr Touré (exploitant du site), c'est depuis les années 1960 que ce site humide de la ville de Bouaké abrite les activités agricoles de ses parents. On y rencontre soit la riziculture ou/et le maraichage (choux, tomate, salade, gombo, piment, concombre ou courgette etc.). Le schéma ci-dessus montre la stratégie des producteurs pour conserver la productivité culturelle du sol. Dans la pratique, la terre est enrichie grâce à du fumier avant chaque culture et en fonction des périodes.

3_Méthodes et moyens

3.1 Identification du producteur

Afin d'identifier les potentiels producteurs chez qui l'étude pourrait être faite, nous avons procédé par les étapes suivantes :

- Un recensement et visite sur les bas-fonds dans la ville de Bouaké
- Une sensibilisation des producteurs dans les différents bas-fonds de cultures maraichères dans la ville de Bouaké. A chaque niveau le processus d'obtention du digestat est expliqué avec une possibilité de son utilisation comme fertilisant dans la culture maraichère.
- Ensuite nous nous sommes basés sur les différents types de cultures potentielles qu'on peut suivre chez chaque producteur.
- Nous avons cherché à convaincre le potentiel producteur a disposé l'espace pour les tests
- Et former les producteurs sur une note technique synthétique pour les tests

3.2 Identification des cultures de l'étude

La pratique de la fertilisation des cultures a pour objectif de répondre aux besoins de la plante en nutriments essentiels pour sa croissance. Ces besoins nutritifs sont variables d'une espèce à l'autre.

A cet effet, nous avons pris en compte :

- La sensibilité des cultures par rapport à la saison,
- Le cycle de production (court ou long)
- Les besoins des différentes cultures pour une bonne croissance.
- Les productions habituelles du producteur
- La disponibilité des espaces appropriées pour les types de cultures

3.3 Préparation des placettes

Nous nous sommes basé sur le fait qu'une interaction entre physique, chimie et biologie du sol est un prérequis à la fertilisation des sols et à une bonne croissance des cultures. Cela nous amène à réaliser de bonnes placettes suivant les étapes :

- Labourer : A ce niveau nous avons procédé à la création de quatre placettes de dimensions identiques pour chaque culture
- Nivelier : Nous avons ensuite délimité la zone de travail, et défini la hauteur des placettes avant l'ameublissement du terrain.
- Nous avons par la suite enlevé les pierres et les racines.
- Et procéder à l'arrosage du terrain puis laisser le sol se reposer pendant 24 h avant toute autre intervention.



Figure 4. Labour manuel pour la préparation d'une placette.

3.4 Préparation du digestat

Sur une période de 05 à 06 mois avant nos études, le digesteur a été alimenté avec le mélange (effluent + cendre + soude + panse de bovin) dont les proportions ont varié, dans l'objectif d'arriver à produire le maximum de gaz avec le plus de jus de manioc et le moins d'intrants extérieurs (panse de bovin) possibles. Ces travaux d'optimisation qui ont été réalisés avant notre étude avaient abouti à la conclusion suivante : « possibilité d'ensemencer le biodigesteur avec une composition de (80% de jus de manioc neutralisé + 10 % de panse) ce qui reviendrait à réduire les coûts induits par cette opération. De plus, après une période de dynamisation de production de biogaz le digesteur ainsi ensemencé, il pourrait simplement être alimenté avec 100% de jus de manioc neutralisé sur une bonne période jusqu'à ce qu'on observe une baisse drastique de production de biogaz qui suggérerait un apport de panse »

Le digestat utilisé dans le cadre de cette étude a été obtenu en alimentant le digesteur avec 100% de jus de manioc neutralisé (effluent de manioc + soude + cendre) dès la période de dynamisme de production de gaz. Nous avons alimenté le digesteur sur un mois environ avec 100% de jus neutralisé et nous avons recueilli le digestat pour l'application aux cultures. Les étapes suivantes ont été suivies pour préparer le jus neutralisé de manioc :

- a) 120 litres d'effluent de manioc sont versés dans une bassine et le son pH relevé
- b) Ajout graduelle aux effluents la cendre de bois précédemment pesée à chaque fois, en mélangeant soigneusement la solution et mesurant le pH au fur et à mesure de l'ajout de la cendre jusqu'à obtenir un pH de 6 à 6.5.
- c) Ajout à la solution obtenue en b), la soude jusqu'à atteindre une certaine valeur maximale (7-8) de pH.

Le substrat ainsi préparé reste au repos pour affiner la dissolution de la cendre et de la soude par agitation et vérification du pH de temps en temps.

3.5 Application du digestat

Le travail du sol ainsi que la lutte contre les adventices ont été réalisés selon les habitudes de l'exploitant. Aucune fumure de fond n'a été appliquée avant le début de l'essai. Ainsi pour chaque culture testée, plusieurs placettes/planches ont été mises en place :

- 1 placette « témoin » = pratique habituelle (sans usage du digestat) ;
- 1 placette « test 1 » = usage du digestat liquide dilué à raison de 50% (1 volume d'eau pour 1 volume de digestat liquide) = dosage fort ;
- 1 placette « test 2 » = usage du digestat liquide dilué à raison de 20% (4 volumes d'eau pour 1 volume de digestat liquide) = dosage moyen ;
- 1 placette « test 3 » = usage du digestat liquide dilué à raison de 10% (9 volumes d'eau pour 1 volume de digestat liquide) = dosage faible ;

Pour chaque placette/planche :

- Une même taille de bande de séparations entre chaque placette a été faite ;
- Une même qualité de préparation du sol comme par exemple le labour
- Une même variété de plantes ;
- Une même densité pour les semis ;
- Même niveau d'arrosage (quantité et fréquence) : pour les parcelles où le digestat liquide (DL) est utilisé, une fréquence d'utilisation du digestat dilué à raison de deux fois par semaine a été déterminée.

3.6 Suivi de la production

3.6.1 Suivi et entretien des plantes

Tout au long de la période de suivi de chaque culture, un document de suivi de cultures de culture est tenu pour noter ce qui paraît bien fonctionner et ce qui devrait être amélioré pour la bonne marche de l'étude. Pour chacune des différentes placettes de chaque culture, les principales opérations menées sont :

- Le remplacement des plantes mortes
- Le binage et le sarclage
- Arrosage avec digestat pour satisfaire constamment les besoins de la plante en eau, organique et minéral des plantes.
- Installation des tuteurs
- Accrochage au tuteur

3.6.2 Suivi de la récolte

A chaque récolte le poids ou le nombre de bottes de chacun des différents dosages de chaque légume récolté est noté. Cela permet d'évaluer le rendement de chaque placette suivie. Pour une même culture, Nous différencions les récoltes des différentes placettes si elles présentent des différences. Cela nous permet d'évaluer les différences de rendements en fonction des pratiques culturales et d'optimiser l'utilisation du digestat

3.6.3 Calcul des rendements

La démarche utilisée consiste à évaluer les effets des différents dosages de digestat sur la base de l'historique des pratiques sur une parcelle donnée. Elle permet de fournir les informations sur la production de la culture habituelle en place chez les agriculteurs de la région et prend en compte les rendements réels obtenus, résultant de l'historique des pratiques et des « accidents » climatique ou de conduite. L'évaluation réalisée traduit ainsi les résultats pouvant être obtenus par des producteurs utilisant les mêmes dosages pour les mêmes cultures étudiées. A la fin, le résultat qui peut être obtenu sur des expérimentations avec un dosage optimal et un cadre de contraintes moins important peut être recommandé aux producteurs.

4_ Résultats et interprétations

4.1 Suivi de la croissance des concombres

Tableau 2. Observations pendant les étapes de culture pour chaque type de placette de concombre

Etape	Dosage fort (50%)	Dosage moyen (20 %)	Dosage faible (10%)	Témoin (0%)
Semence	Semis de 2 graines dans le sol meuble par et arrosage avec digestat	Semis de 2 graines dans le sol meuble par et arrosage avec digestat	Semis de 2 graines dans le sol meuble par et arrosage avec digestat	Semis de 2 graines dans le sol meuble par et arrosage avec digestat
Gémination	Gémination des graines (parfois ,2 ou 1 par trou de semence)	Gémination des graines (parfois 2, 1 ou 1 par trou de semence)	Gémination des graines (parfois 2, ou 1 par trou de semence)	Gémination des graines (parfois 2 ou 1 par trou de semence)
Croissance	Conservation de la meilleure plante par trou	Conservation de la meilleure plante par trou	Conservation de la meilleure plante par trou	Conservation de la meilleure plante par trou
	Plantules possédant en majorité plus de quatre feuilles	Plantules possédant en majorité plus de quatre feuilles	Plantules possédant en majorité plus de quatre feuilles	Plantules possédant en majorité plus de quatre feuilles
	Aidé à grimper en attachant les branches au fur et à mesure sur le grillage	Aidé à grimper en attachant les branches au fur et à mesure sur le grillage	Aidé à grimper en attachant les branches au fur et à mesure sur le grillage	Aidé à grimper en attachant les branches au fur et à mesure sur le grillage
Récolte	Deux récoltes effectuées	Deux récoltes effectuées	Deux récoltes effectuées	Deux récoltes effectuées



Figure 5: Récolte de concombre

4.2 Suivi de la croissance du haricot vert

Tableau 3. Observations pendant les étapes de culture pour chaque type de placette de haricot vert

Etapes	Dosage fort (50%)	Dosage moyen (20 %)	Dosage faible (10%)	Témoin (0%)
Semence	Semis de 2 graines dans le sol meuble par et arrosage avec digestat	Semis de 2 graines dans le sol meuble par et arrosage avec digestat	Semis de 2 graines dans le sol meuble par et arrosage avec digestat	Semis de 2 graines dans le sol meuble par et arrosage avec digestat
Gémination	Gémination des graines (parfois ,2 ou 1 par trou de semence)	Gémination des graines (parfois 2, 1 ou 1 par trou de semence)	Gémination des graines (parfois 2, ou 1 par trou de semence)	Gémination des graines (parfois 2 ou 1 par trou de semence)
Croissance	Conservation de la meilleure plante par trou	Conservation de la meilleure plante par trou	Conservation de la meilleure plante par trou	Conservation de la meilleure plante par trou
	Présence de tache brune			
Floraison				
Récolte	6 récoltes effectuées dont une par semaine	6récoltes effectuées dont une par semaine	6récoltes effectuées dont une par semaine	6 récoltes effectuées dont une par semaine

4.3 Rendement de production

Tableau 4. Quantités récoltées par type de placette et augmentation du rendement par rapport au témoin

Dosages		Témoin (0%)	10% de digestat	20% de digestat	50% de digestat
Concombre	Récolte (kg)	6,4	6,65	7,1	7,25
	Δ Rend (%)	0,00	3,91	10,9	13,3
Haricot vert	Récolte (kg)	12,6	13,2	13,6	14,02
	Δ Rend (%)	0,00	4,76	7,94	11,27

5_ Conclusion

Des essais d'application agronomique du digestat provenant du biodigester de Tchêlekro (10m³) ont été réalisés pendant la saison sèche 2020-2021 dans une parcelle maraîchère appartenant à Mr Touré qui exerce l'activité depuis 20 ans.

Les intrants pour générer le digestat liquide étudié, sont entre autres : l'effluents de manioc, la bouse de vache pour l'ensemencement des digesteurs, la cendre et la soude pour la neutralisation du pH, l'eau neutre et le contenu des panses de bovin pour équilibrer le rapport C/N. Les essais consistaient à arroser, depuis la préparation du sol jusqu'à la fin de croissance des plantes d'haricot vert et de concombre avec le digestat liquide deux fois par semaine et selon des dosages (0%, 10% ;20% et 50%). La plupart des caractéristiques des plants d'haricot vert et de concombre ne se distinguaient pas entre le témoin classique et ceux nourris au digestat liquide. Au niveau de la qualité des fruits récoltés, aucune différence notable n'a été constatée sur leur qualité gustative. Ces essais réalisés montrent cependant un rendement sensiblement plus important par rapport au témoin classique et en fonction des différents dosages.

Ainsi, ils amènent à conclure qu'avec un dosage de 50% du digestat liquide, en application deux fois par semaine pendant la culture du haricot vert, le rendement de la production peut s'accroître jusqu'à 11% par rapport au témoin (pratique classique sans engrais). D'autres essais menés avec le concombre montrent des résultats semblables (rendement pouvant varier entre 4 % et 13% selon que le dosage varie entre 10 et 50%).

Le digestat liquide issu de la méthanisation de l'effluent de manioc pourrait représenter une alternative valable aux fertilisants du commerce. Cependant les questions liées au mode d'application et au transport du digestat entre le site de production et le site d'application pourraient rendre son utilisation coûteuse par rapport au fertilisant du commerce.