



Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Alternative possible d'approvisionnement national en semences de pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) à partir de la culture *in vitro* à l'IPR / IFRA de Katibougou, Mali

A. SIDIBE^{1*}, K. DEMBELE², M. TOURE², M. M. DIARRA¹, I. A. A. AG SID AHMED²
et F. TRAORE²

¹ Laboratoire d'Agro-physio-génétique et de Biotechnologies végétales, Département d'Enseignement et de Recherche (DER) des Sciences et Techniques Agricoles (STA), Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée (IPR/IFRA) de Katibougou, Mali.

² Département d'Enseignement et de Recherche (DER) des Sciences Économiques et Sociales (SES), Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée (IPR/IFRA) de Katibougou, Mali.

*Auteur correspondant ; E-mail : abdoulayesidibe@yahoo.fr; Tél. (+223) 76 31 04 40

Received: 13-07-2020

Accepted: 18-12-2020

Published: 31-12-2020

RESUME

La valorisation du potentiel de réduction de l'insécurité alimentaire et de la pauvreté à travers la culture de la pomme de terre au Mali est limitée en grande partie par l'accès difficile à la semence de qualité. En essayant de trouver des moyens pour réduire ces insuffisances soulignées ci-dessus que ce travail a été effectué. Le présent travail avait pour objectif d'évaluer la rentabilité économique du schéma d'approvisionnement locale en semences de pomme de terre à partir de la vitro propagation et d'analyser la compétitivité du schéma d'approvisionnement à partir de la semence élite importées. La faisabilité technico-économique du schéma d'approvisionnement local en semences de pomme de terre était évaluée à cinq niveaux. Le premier concerne la production de vitro-plants au laboratoire, le deuxième la production de mini tubercules de génération zéro (G0). Pour ce qui concerne les trois autres niveaux d'évaluation, ils ont été réalisés en collaboration avec les coopératives semencières par multiplications successives à partir de mini-tubercules pour obtenir des semences de génération une «G1», deux «G2» et trois «G3». La rentabilité, du schéma d'approvisionnement à partir de la semence élite importée et multipliée une fois, a été évaluée en vue d'analyser sa compétitivité en rapport avec le circuit local. L'évaluation indique des marges bénéficiaires positives. Cependant, il faut remarquer que les coefficients d'efficacité économiques de la vitro-propagation (0,77) et de la multiplication sous tunnels (0,75) sont inférieurs à 1. Le coût de production d'un kilogramme de G3 est égal à 463,39 F CFA. Une marge bénéficiaire de 456,61 F CFA / kg se dégage entre ce coût de production unitaire et le prix de vente des semences importées qui s'élève en moyenne à 920 F CFA / kg. La production de plants est techniquement faisable et rentable avec un coût de revient d'un kg de G3 de l'ordre de 500 à 600 F CFA contre 900 à 1 000 F CFA / kg pour la semence importée.

© 2020 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Pomme de terre, élite, rentabilité, semences, vitro-propagation.

Possible alternative for national supply of seed potatoes (*Solanum tuberosum* L.) from *in vitro* culture at the Agro-physio-genetic and Plants Biotechnology laboratory of IPR / IFRA of Katibougou, Mali

ABSTRACT

The enhancement of the potential for reducing food insecurity and poverty through potato cultivation in Mali is largely limited by difficult access to quality seed. In trying to find ways to reduce these shortcomings outlined above that work has been done. The objective of this work was to assess the economic profitability of the local potato seed sourcing scheme from *in vitro* propagation and to analyze the competitiveness of the sourcing scheme from imported elite seed. The technical and economic feasibility of the local potato seed supply scheme was assessed at five levels. The first concerns the production of *in vitro*-plants in the laboratory, the second the production of mini zero generation tubers (G0). Regarding the other three levels of evaluation, they were carried out in collaboration with the seed cooperatives by successive multiplication from mini-tubers to obtain seeds of one "G1", two "G2" and three "G3" generations". The profitability of the procurement scheme from the elite imported and multiplied once seed was evaluated in order to analyze its competitiveness in relation to the local circuit. The valuation indicates positive profit margins. However, it should be noted that the economic efficiency coefficients of *in vitro*-propagation (0.77) and tunnel multiplication (0.75) are less than 1. The production cost of one kilogram of G3 is equal to at 463.39 F CFA. A profit margin of 456.61 F CFA / kg emerges between this unit production cost and the selling price of imported seeds, which amounts on average to 920 F CFA / kg. The production of plants is technically feasible and profitable with a cost price of one kg of G3 in the order of 500 to 600 F CFA against 900 to 1000 F CFA / kg for imported seed.

© 2020 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Potatoes, elite, profitability, seeds, *in vitro*-propagation.

INTRODUCTION

Le Mali est un pays à vocation agrosylvo-pastorale dont l'économie est essentiellement basée sur le secteur primaire. Ce secteur est tributaire des aléas climatiques. L'agriculture emploie à elle seule près de 80% de la population active (INSTAT, 2014). Elle a contribué au Produit Intérieur Brut (PIB) à hauteur de 40,7% en 2016 (BM, 2016). Malgré cet apport considérable au PIB, seulement, 15% du potentiel des terres irrigables, soit 2,2 millions d'hectares, sont aménagées et les niveaux des rendements agricoles sont faibles. Le secteur est également tributaire des aléas climatiques, d'où la nécessité de rendre l'agriculture malienne plus compétitive à travers la maîtrise de l'eau, la recherche et la vulgarisation des technologies performantes auprès des producteurs.

Ainsi, le Mali, dans le cadre de sa stratégie de lutte contre la pauvreté, mise sur les filières à haut potentiel de valeur ajoutée à travers ses interventions dans le cadre de la Loi d'Orientation Agricole (LOA) et les appuis des partenaires techniques et financiers. Parmi, ces filières, figure celle de la pomme de terre. La pomme de terre offre un potentiel important dans la réduction de l'insécurité alimentaire au Mali et l'amélioration des revenus des exploitations familiales agricoles et des autres acteurs de la filière. Le bas niveau de la fertilité des sols et la rareté des engrais chimiques sur le marché, orientent les agriculteurs (producteurs) à recourir à une fertilisation palliative et durable pour la production de la pomme de terre. Ainsi, l'utilisation de la cendre est recommandable pour la production de la pomme de terre vu ses effets sur la culture et

sa disponibilité dans les villes (Ngoyi et al., 2020).

La pomme de terre de consommation est l'une des cultures à haut rendement, pouvant atteindre 20 tonnes à l'hectare et même plus dans les conditions climatiques du Mali, et avec un bon traitement post-récolte, elle peut obtenir les meilleurs prix (1 000 F CFA par kilogramme après 2 à 3 mois de conservation). Il a été estimé à 3 000 tonnes, la quantité de semences certifiées annuellement importées d'Europe pour une valeur équivalente à environ trois milliards de F CFA (Sidibé et al., 2016). Cette demande en semences est passée de 2 254 tonnes en 2013 à 3 000 tonnes en 2016 d'après JSTM (2018) et BNDA (2014). Les importations de semences de pomme de terre d'Europe n'ont couvert que 29% des besoins de semences de pomme de terre du Mali en 2016. La semence représente plus de 37% du coût total de production et près de 60% du coût des intrants (BNDA, 2014). La pomme de terre est cultivée dans toutes les régions du sud ; mais les principaux bassins de sa production sont Sikasso (64,57%) suivi de Kati (9,48%) et Ségou dans la zone Office du Niger (3,59%) selon Diarra (2010). Aujourd'hui, cette culture est intégrée dans les systèmes de production par paysans de la zone parce qu'elle est très rémunératrice. La valorisation du potentiel de réduction de l'insécurité alimentaire et la pauvreté à travers la culture de la pomme de terre au Mali sont limitées en grande partie par l'accès difficile à la semence de qualité pour différentes raisons, entre autres (i) le coût élevé de la semence importée, (ii) l'accessibilité à temps opportun à une semence de qualité et (iii) la disponibilité de différentes variétés de semences de pomme de terre appréciées par les producteurs (CRIPT, 2018 ; GIPT, 2019 ; Sidibé et al., 2019). Malgré les appuis publics et de certaines Organisations Non Gouvernementales (ONG), dont le Programme d'Appui aux Filières Agropastorales (PAFA), l'Association Malienne des Techniques Villageoises (AMaTeVi) le problème d'accès aux semences demeure toujours le même.

C'est pour lever ces difficultés que le laboratoire d'Agro-physio-génétique et de Biotechnologies végétales de l'Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée (IPR / IFRA) et les différents partenaires, se sont engagés dans la promotion d'un schéma de production locale de semence de pomme de terre depuis les années 2000, dont le Programme d'Appui au Secteur Agricole et aux Organisations Paysannes (PASAOP) et le Programme de Productivité Agricole en Afrique de l'Ouest (PPAAO). Ainsi, le partenariat semencier entre l'IPR / IFRA de Katibougou et 101 Organisations Paysannes (OP) dans la région de Ségou précisément dans le cercle de Niono, a permis de démontrer la faisabilité technique de la production locale de semence de pomme terre certifiée au Mali. Ces avancées sont louables ; mais, à présent, l'approvisionnement du pays en semences de pomme de terre dépend toujours des importations.

La faisabilité technique de la production de semences de pomme de terre par les acteurs est une réalité, mais la faisabilité économique et structurelle de la production de semences de pomme de terre reste une problématique à résoudre au Mali d'où l'intérêt du présent travail sur le thème : Alternative possible d'approvisionnement nationale des semences de pomme de terre à partir de la vitro propagation au laboratoire d'Agro-physio-génétique et de Biotechnologies végétales de l'IPR / IFRA de Katibougou, au Mali. Le présent travail avait pour objectif d'évaluer la rentabilité économique du schéma d'approvisionnement local en semences de pomme de terre à partir de la vitro propagation et d'analyser la compétitivité du schéma d'approvisionnement à partir de la semence élite importées.

MATERIEL ET METHODES

Matériel végétal

Le schéma de la multiplication et distribution des semences de pomme de terre à partir du laboratoire d'Agro-physio-

génétique et de Biotechnologies végétales utilise le matériel végétal suivant :

- Mini tubercule de pomme de terre de génération zéro (G0) produite par le laboratoire ;
- Mini tubercule de pomme de terre de génération une (G1) produite par 04 coopératives semencières ;
- Mini tubercule de pomme de terre de génération deux (G2) produite par 09 coopératives semencières ;
- Mini tubercule de pomme de terre de génération trois (G3) produite par 88 coopératives semencières.

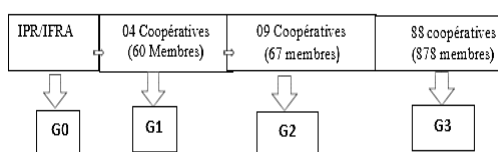
Méthodes

Revue documentaire

Le travail a démarré par une recherche documentaire qui a permis de faire un état des lieux par rapport à la production de semences de pomme de terre au Mali et identifier les points forts, points faibles, et les pistes d'améliorations possibles.

Collecte des données

La collecte de données nécessaires a été faite auprès de tous les acteurs impliqués dans le circuit local de la multiplication et distribution des semences de pomme de terre. Ce circuit commence à l'IPR / IFRA de Katibougou qui, suite à une vitro propagation, produit des plants de la génération zéro (G0) sous tunnels au laboratoire. Ensuite, la multiplication de semences en milieu paysan est faite à travers le cycle de production semencière G1, G2 et G3 en partenariat avec la Direction Nationale de l'agriculture (DNA), l'Assemblée Permanente des Chambres d'Agriculture du Mali (APCAM), l'Institut d'Economie Rurale (IER), l'Office du Niger (ON), le Service Semencier National (SSN) et le Comité National de la Recherche Agricole (CNRA).



La technique d'échantillonnage aléatoire simple a été utilisée pour retenir une coopérative par génération de semence.

Légende :

- G0 – génération zéro de semences de pomme de terre ;
- G1 – génération 1 de semences de pomme de terre ;
- G2 – génération 2 de semences de pomme de terre ;
- G3 – génération 3 de semences de pomme de terre.

Indicateurs techniques

Dans le souci de bien cerner les coûts de production, une analyse technique du processus de multiplication suivant les différents niveaux a été effectuée. Ainsi, la schématisation des différentes étapes de l'itinéraire technique de production de semence de pomme de terre par génération a permis :

- La quantification des facteurs de production (temps de travail, ressources humaines, temps d'utilisation du matériel et des équipements, intrants et autres services) spécifiques à chaque étape du processus de production ;
- La quantification des facteurs communs de production (génériques, par exemple infrastructures, aménagements, énergie, eau et autres services).

Indicateurs d'analyse économique utilisés

➤ Coût de production

Le coût de production concerne l'ensemble des charges engagées pour la production d'une unité d'un produit donné.

Pour le présent travail, il concerne le coût de production d'une unité en kilogramme ou tonne (vitro plant, mini tubercule) de semences de pomme de terre. Les charges sont de deux types :

- Charges fixes :

Les Coûts Fixes (CF) ou coûts de structure sont peu insensibles à la variation de la quantité produite. Ils sont souvent appelés aussi charges structurelles (Lassègue, 1975). On trouve dans cette rubrique les traitements

des travailleurs permanents, l'assurance, la valeur locative du terrain, l'amortissement et l'entretien des investissements.

- Charges variables :

Les Coûts Variables (CV) ou opérationnels sont liés à des décisions à court terme et sont donc réversibles. Ils augmentent automatiquement avec la production (Lassègue, 1975).

Dites encore charges opérationnelles, elles comprennent l'approvisionnement en intrants destinés à la production de pomme de terre (eau, semences, engrais, petits outillages, produits de traitement, électricité ou carburant) pour le pompage de l'eau, la location de matériel agricole, de main-d'œuvre occasionnelle, de transport, de conservation et de contrôle sanitaire. On peut écrire les charges totales par hectare par cette formule :

$$CT = CF + CV.$$

D'où :

CT = Charges totales.

CF = Charges fixes.

CV = Charges variables.

Tandis que le coût de production à la tonne :

$$CP = CT / \text{Rdt}.$$

D'où :

Rdt = rendement.

- Marge brute / ha :

Cet indicateur est défini comme étant la différence entre deux grandeurs qui sont liées, le produit brut et les charges variables :

$$MB = PB - CV.$$

D'où :

PB = Produit Brut.

➤ **Coefficient d'Efficacité économique (CEE)**

Il est défini comme étant le rapport entre le Produit Brut en valeur (PB) et l'ensemble des Charges Totales (CT).

Il renseigne sur le taux de couverture des charges globales par la valeur du produit. Cet indicateur doit être supérieur à un (01) pour que l'exploitant réalise un profit. Plus cet indicateur est élevé, plus la multiplication de semences de pomme de terre est économiquement efficiente:

$$CEE = MB / CT$$

Traitement des données

Les données collectées ont été analysées à l'aide du logiciel statistique Excel.

RESULTATS

Vitro propagation

Au laboratoire, la production des semences est faite *in vitro* dans les conditions contrôlées avec souches mères importées, de variété Claustar et Pamina indemnes de maladies. Il faut noter que la production des plantules au laboratoire passe par deux étapes à savoir : (i) la préparation du milieu de culture et (ii) la multiplication des vitro plants. Ces deux étapes ont toutes des coûts estimés en fonction de l'objectif de production (quantité produite). Dans ce cas, les éléments de dépenses sont pris sur la base de deux tunnels de 100 m², qui correspond à 50 litres de milieu de culture. Les charges variables concernent le coût du milieu de culture, les frais d'électricité et les frais engagés pour l'achat de souches de semences. La préparation du milieu de culture a nécessité l'utilisation des produits suivants :

Murashige & Skoog (MS), Myo-inositol, Sucre (sucrose), Gelrite, et de l'eau distillée (Tableau 1). Les charges fixes (CV) sont représentées par l'amortissement des investissements et les frais de personnel.

Hypothèses de travail :

Les investissements au niveau du laboratoire sont mobilisés à 60% pour la production des vitro plants. Le taux d'utilisation des équipements est de 60% et les frais d'électricité s'élèvent à 60% des factures mensuelles du laboratoire (Tableau 1).

Production de mini-tubercules (G0)

Après avoir constaté l'enracinement des vitro plants, ils sont retirés des conditions artificielles du laboratoire pour être plantés dans un substrat organique. L'acclimatation est faite sous tunnel. Les plantules enracinées sont transférées du laboratoire au tunnel pour produire des mini tubercules (diamètre 8 à 28 mm) appelés semence de première génération (G0). Il faut préciser que notre étude a porté sur le contenu en plants d'un tunnel de 100 m²

qui est aménagé pour recevoir les plantules produites au laboratoire après multiplication. Pour cette étude, les éléments de charge variables pris en compte sont : le traitement du sol, le traitement des plants, l'achat des vitro plants, l'engrais complexe, le terreau, l'eau d'arrosage et la main d'œuvre. Les charges fixes sont représentées par l'amortissement des investissements.

Production de semences de générations une, deux et trois (G1, G2 et G3) au champ

Les multiplications au champ pour la production des G1, G2 et G3, ont été faites en collaboration avec les coopératives semencières de la plateforme par multiplications successives à partir de mini-tubercules pour obtenir des semences de génération une « G1 », de génération deux « G2 » et de génération trois « G3 ». L'itinéraire technique vise principalement deux objectifs : (i) l'obtention d'un grand nombre de tubercules plutôt que de grandes quantités en tonnages de produits, surtout en multiplication intermédiaire G1 et G2 et (ii) l'obtention d'un produit qui respecte les normes de qualité et qui se conserve bien. Le désir d'atteindre ces objectifs impose une adaptation de l'itinéraire technique de la pomme de terre de consommation, et par conséquent, des changements au niveau des charges de

production. La quantité d'engrais minéraux est limitée (600 kg / ha) pour éviter des rendements pondéraux trop importants. La matière organique est privilégiée 375 sacs de 80 kg soit 30 t / ha pour assurer une bonne conservation. La densité de plantation est plus élevée que pour la production de la pomme de terre de consommation (Tableau 3).

Semences élites provenant du Centre d'Innovations Vertes (CIV)

Dans la pratique, il s'agit d'une multiplication locale de semences de pomme de terre à partir de mini tubercules importés. Ces mini tubercules sont importés et multipliés une seule fois au Mali puis conservés pendant huit (08) mois pour être vendus ensuite aux producteurs de pomme de terre de consommation. Pour la réalisation de cette multiplication, le Centre d'Innovations Vertes (CIV) et le Programme d'Appui aux Filières Agropastorales (PAFA) de Sikasso, ont importé les mini-tubercules et les ont fournis à des multiplicateurs à Sikasso, Kati, Koulikoro et Ségou. Pour la présente étude, les données d'une étude réalisée pendant les campagnes 2017 / 18 et 2018 / 19 par le CIV ont été actualisées. Le Tableau 4 présente la structure des coûts de multiplication de la semence de pomme de terre à partir de mini tubercules importés.

Tableau 1 : Compte d'exploitation de la vitro propagation (cycle de production de 20 000 vitro plants).

Charges	Montant (F CFA)
Charges Variables (CV)	
Eau distillée	25 000
Murashige & Skoog	24 400
Myo-inositol	1 400
Sucre	750
Gelrite	13 900
Mini tubercules (souches)	46 000
60 % des frais Électricité	1 070 743

Sous total 1	1 182 193
Charges Fixes (CF)	
Amortissements des investissements	200 000
Frais du personnel	56 000
Sous total 2	256 000
Total charge (CV + CF)	1 438 193
Chiffre d'affaires (F CFA)	2 283 900
Coût de production unitaire d'un vitro plant	72,42
Marge brute	1 101 707
Coefficient d'Efficacité Economique (CEE)	0,77

F CFA : Franc de la Communauté Financière Africaine.

Tableau 2 : Compte d'exploitation de la production des mini tubercules sous tunnel-

Charges	Montants (FCFA)
Charges Variables (CV)	
Traitement du sol	5 000
Traitement des plants	3 000
Engrais complexe	2 880
Terreau	27 000
Eau d'arrosage	14 736
Main d'œuvre	240 000
Vitro plants	2 264 040
Sous total 1	2 556 656
Charges Fixes (CF)	
Amortissements des investissements	64 600
Sous total 2	64 600
Total charges (CV + CF)	2 621 256
Chiffre d'affaires (F CFA)	4 581 600
Coût de production d'un vitro plant	57,21
Marge Brute	2 647 584
Coefficient d'Efficacité Economique (CEE)	0,75

F CFA : Franc de la Communauté Financière Africaine.

Tableau 3 : Compte d’exploitation de la multiplication au champ des semences G1, G2 et G3 sur une superficie d’un hectare.

Charges Variables (CV)	G1	G2	G3
Semences de pomme de terre (plants)	11 000 000	5 500 000	3 300 000
Engrais minéraux	216 000	216 000	216 000
Fumure organique	131 250	131 250	131 250
Insecticide	3 500	3 500	3 500
Emballage	77 800	59 250	75 500
Conservation	1 587 120	1 208 700	1 540 200
Redevance eau	68 750	68 750	68 750
Transport	300 000	350 000	200 000
Cordes pour puisards	15 000	15 000	15 000
Certification des mini tubercules (ha)	655 200	655 200	655 200
Marqueurs	800	800	800
Main d’œuvre	712 000	712 000	712 000
Sous total 1 (F CFA)	14 767 420	8 920 450	6 918 200
Charges Fixes (F CFA)			
Amortissement des investissements	79 031	79 031	79 031
Sous total 2 (F CFA)	79 031	79 031	79 031
Total charge (F CFA) = CV + CF	14 846 451	8 999 481	6 997 231
Chiffre d’affaires (F CFA)	48 352 810	31 140 120	15 100 000
Coût de Production unitaire	16,89	15,89	463,39
Marge Brute	33 506 359	22 140 639	8 102 769
Coefficient d’Efficacité Economique (CEE)	2,26	2,46	1,16

F CFA : Franc de la Communauté Financière Africaine ; G1 : Semence de Génération une ; G2 : Semence de Génération deux ; G3 : Semence de Génération trois.

Tableau 4 : Compte d’exploitation de la multiplication des semences élités sur une superficie d’un hectare.

Rdt et prix actuels	Rdt=18 000 kg	Rdt=18 000 kg	Rdt=23 000 kg
Rdt =	Prix = 800	Prix = 1 040	Prix = 800
10 875 kg	F CFA/kg	F CFA / kg	FCFA/kg
Prix = 800 FCFA/kg			
Charges Variables (CV)			
Achat de semences : variété Claustar	2 392 000	2 392 000	2 392 000

Achat de fertilisant bio : Fertinova	450 000	450 000	450 000	450 000
Engrais minéral 17-17-17	180 000	180 000	180 000	180 000
Certification	218 400	218 400	218 400	218 400
Frais de carburant pour moto pompe (F CFA)	150 000	150 000	150 000	150 000
Location terrain (ha)	250 000	250 000	250 000	250 000
Main d'œuvre au champ (implantation, semis et entretien)	492 500	492 500	492 500	492 500
Main d'œuvre pour la récolte	45 000	45 000	45 000	45 000
Main d'œuvre : tri et chargement des caisses	21 750	36 000	36 000	46 000
Frais de transport	11 592,75	19 188	19 188	24 518
Main d'œuvre : déchargement	21 750	36 000	36 000	46 000
Main d'œuvre : mise en chambre froide	21 750	36 000	36 000	46 000
Frais de la chambre froide	13 177 336	13 177 336	13 177 336	13 177 336
Sacs pour le conditionnement	65 250	108 000	108 000	138000
Main d'œuvre pour le reconditionnement	43 500	72 000	72 000	92 000
Sous total 1 (F CFA)	17 540 829	17 662 424	17 662 424	17 747 754
Charges Fixes (CF)				
Amortissement des investissements	2 78 500	278 500	278 500	278 500
Sous total 2 (F CFA)	278 500	278 500	278 500	278 500
Total Charges (F CFA) = CV + CF	17 819 329	17 940 924	17 940 924	18 026 254
Chiffre d'affaires (F CFA)	8 700 000	14 400 000	18 720 000	18 400 000
Coût de production unitaire	40 963,97	24 917,95	24 917,95	19 593,75
Marge Brute	-9 119 329	-3 540 924	779 076	373 746
Coefficient d'Efficacité Economique (CEE)	- 0,51	- 0,20	0,04	0,02

F CFA : Franc de la Communauté Financière Africaine ; Rdt = rendement ; kg = kilogramme.

DISCUSSION

Le coût de production d'un vitro plant s'élève à 72,42 F CFA tandis que le coefficient d'efficacité est de 0,77 pour les vitro plants. Ces résultats confirment ceux de Vanderhofstadt (2002) qui rapporte qu'un matériel de pré base peut être produit à coût réduit au Mali dans un laboratoire *in vitro* suivant des techniques simples et acquises ». La valeur d'acquisition des vitro plants représentent à elle seule 89% des charges variables, suivie des frais de main d'œuvre et la valeur des amortissements respectivement de 9% et 2%. L'analyse économique du processus de multiplication sous tunnel des mini tubercules de génération zéro indique un coût de production unitaire de 57,21 F CFA/kg et un coefficient d'efficacité de 0,75 (Tableau 2). La somme totale de l'amortissement des matériels et équipements pour le cas de la production de G1, G2, G3 est estimée à 25%. Aussi, la production de semence de pomme de terre représente 25% des activités des coopératives cibles à Niono.

La structure des coûts de production, présentée dans le Tableau 3, a été réalisée sur la base d'une expérience de multiplication aux champs par les coopératives semencières de Niono durant la saison 2018 / 2019. L'achat de la semence et les frais de conservation représentent respectivement près de 74% et 11% des charges variables de la production sur une superficie d'un hectare de semence G1, G2 et G3. Les coefficients d'efficacité économiques de tous les maillons de la chaîne de multiplication aux champs sont tous supérieurs à 1. Ce qui prouve la rentabilité de tous les maillons. Par ailleurs, il ressort que le coût de production d'un kilogramme de la G3 est égal à 463,39 F CFA. Une marge bénéficiaire de 456,61 F CFA /kg se dégage donc entre ce coût de production unitaire et le prix de vente des plants importés qui s'élève en moyenne à 920 F CFA/kg (Sidibé et al., 2019). Il ressort que l'évaluation des charges de la production locale des semences au champ et en multiplication est suffisamment réduite pour dégager un bénéfice pour les multiplicateurs ; et la

semence locale est moins onéreuse que la semence importée. Ces données économiques confirment les résultats de recherche de Vanderhofstadt (2011). Ces résultats cadrent bien avec ceux du PCDA (2014) selon lesquels, la production de plants de pomme de terre au Mali est techniquement faisable et rentable avec un coût de revient d'un kg de G3 de l'ordre de 500 à 600 F CFA contre 900 à 1 000 F CFA la « semence » importée. En effet, avec le rendement moyen actuel de 10 875 kg par hectare et le prix de cessions de 20 000 F CFA par caisse de 25 kg soit 800 F CFA / kg, l'activité ne serait pas rentable pour un promoteur privé sans intervention du CIV. Même avec l'effort d'amélioration du rendement de 65,50% soit 18 000 kg / ha, la multiplication de la semence élite affiche une marge négative de -3 540 924 F CFA / ha au prix actuel de 800 F CFA / kg. Dans les conditions de prix actuel, la multiplication des élites ne pourrait être rentable qu'avec un niveau de rendement de 23 000 kg / ha. D'après le Tableau 4, le prix de vente a un effet significatif sur le coût de revient des semences élites. En effet, pour le même rendement de 18 000 kg, la marge bénéficiaire est égale à 779 076 F CFA / ha pour un prix d'achat de 1 040 CFA soit 26 000 F CFA (Tableau 4). En définitive, il apparait clairement que le schéma de multiplication locale de semence de pomme de terre à partir de mini tubercules importés est moins compétitif que le schéma de multiplication à partir du Laboratoire d'Agro-physio-génétique et de Biotechnologies végétales en passant par les producteurs semenciers.

Conclusion

Le schéma de multiplication et d'approvisionnement en semences produites localement à partir de la vitro propagation au laboratoire et trois multiplications successives aux champs est plus compétitif que le schéma d'approvisionnement à partir de semences importées. L'évaluation économique indique des marges bénéficiaires positives à tous les niveaux du circuit d'approvisionnement qui démarre à partir de l'IPR / IFRA de

Katibougou. Cependant, il faut remarquer que les coefficients d'efficacité économiques de la vitro propagation (0,77) et de la multiplication sous tunnel (0,75) sont inférieurs à 1 ; ce qui implique une moindre performance. Les frais d'achat des semences représentent en moyenne plus de 70% du coût des intrants. A cet effet, toute diminution de ces frais peut influencer favorablement le coût du produit final pour autant que la qualité des semences n'en soit pas diminuée. Une marge de 456,61 F CFA / kg se dégage entre ce coût de production de la G3 produite au Mali et le prix de vente moyen des semences importées. Le schéma de multiplication locale de semences de pomme de terre à partir de mini tubercules importés est moins compétitif que le schéma de multiplication à partir du Laboratoire de Katibougou en passant par les producteurs semenciers. L'étude prospective de la filière semences de pomme de terre réalisée dans les trois grands bassins de production en mars 2019 résumait les facteurs majeurs de la filière pomme de terre comme suit : une dépendance à des semences importées qui ne sont malheureusement disponibles généralement qu'au mois de novembre, la cherté des semences importées ; l'engorgement du marché de la pomme de terre de consommation de fin février à fin mars et la baisse des prix. Au regard des résultats de l'étude, il est évident que la production locale de semence constitue une solution alternative à ces difficultés.

En somme, la production locale des semences est une activité intéressante pour les producteurs semenciers et les producteurs de pommes de terre de consommation car ils peuvent :

- (i) Disposer des semences pré-germées aux moments opportuns ;
- (ii) Produire à un coût de production permettant de dégager des marges bénéficiaires importantes en tenant compte de la concurrence ;
- (iii) Exercer une activité lucrative dans un nouveau secteur porteur.

Pour le pays, la faisabilité économique d'une filière locale est confirmée. Ainsi, la

mise en place d'une filière complète permettra de :

- i) Economiser des devises réservées chaque année à l'importation des semences, et ;
- ii) Augmenter la sécurité alimentaire par l'accroissement de la production de la filière.

CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont aucun intérêt concurrent pour la publication de cet article.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à exprimer toute notre reconnaissance et notre gratitude au personnel du Laboratoire d'Agro-physio-génétique et de Biotechnologies végétales et aux membres des coopératives semencières de Niono, pour les efforts qu'ils ont déployés pour que nous puissions accéder aux informations et aux données relatives à la culture in vitro et à la production de mini-tubercules au champ. Nous tenons également à remercier la Direction Générale de l'IPR / IFRA de Katibougou et tout le personnel du projet 'Formation Agricole pour la Sécurité Alimentaire au Mali' (FASAM) qui est un financement canadien pour avoir permis la réalisation de cette recherche.

REFERENCES

- BM (Banque Mondiale). 2016. Agriculture, valeur ajoutée (% du PIB) Data. Banque Mondiale.
<https://donnees.banquemondiale.org/indicateur/NV.AGR.TOTL.ZS> (Consulté le 25-02-2018).
- BNDA (Banque Nationale de Développement du Mali). 2014. Fiche technique pomme de terre. BNDA, 4 p.
<https://www.agrifinfacility.org/.../Agric%20ultural%20Commodity%20Technical%20Cards> (Consulté le 25-02-2018, en ligne).
- CRIPT (Groupement Régional de l'Interprofession Pomme de Terre) Sikasso. 2019. Contraintes de la culture

- de la pomme au Mali. Rapport CRIPT, 8 p.
- Diarra M. 2010. Étude sur le financement de l'agriculture et du monde rural. Rapport complémentaire - Analyse des filières agricoles : coton, riz, mangue, pomme de terre, échalote. https://www.fondationarm.org/IMG/pdf/microfi20100701_analyses_filieres_agricoles.pdf.
- GIPT-Mali. 2018. Rapport annuel. GIPT-Mali, 20 p.
- INSTAT. 2014. Enquête modulaire et permanente auprès des ménages (EMOP). Rapport d'analyse premier passage INSTAT, 24 p.
- JSTM. 2018. Pomme de terre au Mali : La filière semence de pomme de terre dans les bassins de production du Mali. JSTM, 38 p.
- Lassègue P. 1975. *Gestion de l'Entreprise et Comptabilité* (7^e édn). Dalloz : Paris ; 680 p.
- Ngoyi AN, Bila HM, Masanga GK, Yashima AY, Milambo MM, Ndjibu LN, Baboy LL. 2020. Effets des amendements organiques sur la croissance et le rendement de la pomme de terre (*Solanum tuberosum*) cultivée sur un sol dégradée dans la région de Kabinda, République Démocratique du Congo. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **14**(5): 1812 – 1819. DOI: 10.4314/ijbcs.v14i5.24
- PCDA. 2014. Rapport de recherche « *in vitro* » pour booster la production nationale. PCDA.
- Sidibé A, Dembélé K, Diarra M, Touré M. 2019. Rapport de mission de prospection de la filière "Plants de pomme de terre" au Mali. Rapport de mission, Mali, 23 p.
- Sidibé A, Konaté P, Ballo Y. 2019. Rapport d'activités du Centre d'Innovations Vertes. Rapport de mission, 10 p.
- Sidibé A, Niangaly O, Dembélé K, Dembélé D, Kané Y. 2016. Production de semences saines de pomme de terre. Rapport de Campagne, Commission Scientifique, Comité National de la Recherche Agricole (CNRA), 21 p. <http://www.jstm.org/pomme-de-terre-au-mali-la-recherche-in-vitro-pour-booster-la-production-nationale/>.
- Vanderhofstadt B. 2011. Rapport de mission de l'Etude de faisabilité de la mise en place d'une filière courte de production de plants. Rapport de mission , 21 p.