

Profil de Projet :

Unité de Fabrication du lait de soja et du Tofu

1. Une description du projet

Le projet consiste en une unité semi-industrielle de transformation du soja pour la production du lait de soja et du tofu.

Quelques indicateurs numériques :

• Matières premières	: 48.333 kg/an de graines de soja, 13.750 kg de graines de maïs et 7.500 kg de sorgho par an
• Produit	: Lait de soja et Tofu
• Marché visé	: plus de 20.000 personnes
• Capacité de production	par an : 150 000 litres de lait, 25 000 Kg de Tofu et 35.000 Kg de Okara
• Coût d'investissement	: 50.000.000 FRW
• Prix de revient	: 80 FRW le litre de lait, 214 FRW/Kg de Tofu
• Prix de vente	: 100 FRW le litre de lait, 400 FRW/Kg de Tofu
• Période de Récupération	: 3 ans
• Taux de Rentabilité Interne	: 15-30%
• Création d'emplois	: 16 dès le démarrage
• Génération de revenu pour	: plus de 1300 ménages
• Contribution au PIB	: plus de 100.000.000 FRW en 10 ans
• Contribution au trésor public	: plus de 25.000.000 FRW en 10 ans

Bénéficiaires directs :

- Plus de 5000 agriculteurs de soja en générant des revenus en achetant leur récolte de soja
- Consommateurs des produits laitiers
- Etat rwandais à travers les impôts et autres contributions au trésor public
- Banques et assurances
- Employés de l'unité

2. Une description des produits

2.1. Le soja, la graine la plus riche en protéines du monde végétal

Historique

Le soja est d'origine asiatique, où il est utilisé dans l'alimentation humaine depuis trois millénaires sous forme de produits traditionnels (lait de soja « tonyu » et fromage de soja « tofu »). Son introduction au Rwanda remonte de 1930 par l'Institut des Sciences Agronomiques du RWANDA, ISAR, pour des régions de moyenne altitude. Au début, cette culture n'a pas été reçue favorablement en milieu rural et n'a pris essor que quelques années avant la guerre de 1994, grâce à la campagne menée par les services d'agriculture et à travers les cours donnés aux mères par les nutritionnistes et les animatrices sociales. En 1969, les statistiques officielles recensaient 550 Ha de soja dans le pays. En 1990 il y avait plus de

10.000 Ha avec une production de plus de 5.000 tonnes de graine de soja. Avec 1994, cette production a chuté et pour le moment, elle se relève.

Botanique

Le soja (*Glycine maxima*) est une plante annuelle de la famille des légumineuses. Les racines ressemblent à celles de l'arachide, elles portent de petites boules. Ces nodosités contiennent des bactéries qui fixent l'azote de l'air. Après la récolte, ces racines se décomposent et rendent le sol riche en azote. Le soja porte des gousses de 3 à 5 centimètres et chacune contient 2 à 4 graines.

Culture

Au Rwanda, quelques variétés sont recommandées : OGDEN, DAVIS, PALMETTO, BASSIER, PK4 et TGM 178. Le soja pousse bien là où il fait chaud et humide. Il s'adapte mieux aux altitudes de 1.000 à 2.000 m. La plante aime les sols profonds, riches en humus et aérés mais pas acides. En général, on la cultive là où se trouve aussi les haricots ou bien le maïs. Pour avoir une bonne récolte, on doit mettre du fumier ou de l'engrais chimique dans le champ. Aussi, c'est mieux d'utiliser les semences sélectionnées. On sème 600 gr de soja par are, soit 60 kg/ha. Pour la première mise en culture d'un champ de soja, il est recommandé d'inoculer aux graines le RHIZOBIUM, les bactéries qui donnent les nodosités aux racines pour fixer l'azote. En rotation, le soja suit une tubercule (par exemple, la patate douce). Les associations à conseiller sont : soja avec maïs ou sorgho et soja avec maïs et tubercules.

Le soja présente également des qualités écologiques remarquables que connaissent bien les agriculteurs biologistes : le soja, comme d'autres légumineuses, présente de nombreux atouts pour la gestion de la rotation des cultures pour la préservation de l'environnement. dans la mesure où il fixe l'azote atmosphérique et absorbe l'azote minéral présent dans le sol, le soja ne demande pas de compléments sous forme d'engrais azotés. D'autre part, sa résistance aux parasites et aux maladies permet de cultiver aisément sans pesticides et autres renforts de traitements chimiques.

Ajoutons également à ces qualités, la moindre consommation d'eau exigée pour la culture du soja par rapport à celle d'une céréale : 25% de moins que pour le maïs, par exemple dans la même zone agricole. Cet avantage quantitatif se cumule à un avantage qualitatif lié à une moindre pollution des eaux souterraines en raison des particularités de la nutrition azotée de la plante.

Récolte

Les rendements en graines varient de 500 à 1.300 kg par ha

Calendrier de culture

Dans la saison A, le semis se fait en septembre, la récolte en janvier - février. Pour la saison B, le semis se fait en février et la récolte en juin – juillet.

Qualité nutritionnelle de la graine de soja

C'est la graine la plus riche en protéines du monde végétal. Le soja contient beaucoup de protéines (30 à 50%) du poids frais, deux fois plus que la viande. Le soja est recommandé pour compléter l'alimentation des nourrissons (de 6 mois à 2 ans), des enfants de 2 à 5 ans, des femmes enceintes et allaitantes. Le soja ne se mange pas cru parce qu'il contient des protéines toxiques qui doivent être détruites et inactivées pour le rendre consommable et digestible par l'homme. Les produits de soja doivent toujours être traités avec de la chaleur (cuit, grillé, etc....)

Tableau 3.1 : **Composition pour 100 g soja**

Constituant	Composition (par 100 gr)
- Calories	422 (1764 kJ)
- Protéines	35 à 40 g
- Lipides	18 à 25 g
- Glucides	20 à 30 g
- Cellulose	5 g
- Eau	7,5 g
Minéraux	en mg
- Sodium	4
- Potassium	1800
- Calcium	280
- Magnésium	230
- Manganèse	2,30
- Fer	8
- Cuivre	0,9
- Phosphore	580
- Soufre	320
- Chlore	24
- Zinc	3
- Iode	0,11
Vitamines en mg	
- Vitamine B1	1,14
- Vitamine B2	0,32
- Vitamine PP	2,1
- Vitamine B5	1,4
- Vitamine B6	0,5
- Vitamine E	10
- Provitamine A	110 UI

Le Soja, premier oléagineux du monde, il occupe aujourd'hui une place privilégiée dans les perspectives alimentaires planétaires. Face à l'accroissement démographique des prochaines décennies, le soja devrait en effet constituer un des premiers aliments en mesure de répondre aux besoins d'approvisionnement du XXI^e siècle. Cela sans porter préjudice aux pays en voie de développement, déjà lourdement pénalisés par les choix alimentaires des pays industrialisés.

Notons que pour produire un kilo de protéines animales, il faut six fois plus de terre que pour produire un kilo de protéines de soja.

Les qualités les plus connues du soja sont :

Excellente source de protéine végétale : la qualité protéique d'un aliment est avant tout fondée sur sa digestibilité et sur sa valeur biologique. Les 10 acides aminés essentiels que le corps ne peut synthétiser sont présents en quantité satisfaisante dans les protéines de soja. La méthionine et la cystine étant cependant les acides aminés limitant du soja, il est recommandé de l'associer avec une céréale au cours d'un même repas, ces deux acides aminés étant

abondants dans les céréales. Cette combinaison alimentaire permet ainsi de consommer des protéines végétales d'une valeur biologique équivalente à celle de la viande.

Bonne source de sels minéraux, notamment calcium et magnésium pour le tofu.

Riche en acides gras poly insaturés (plus de 60%), à la fois sans cholestérol et actif sur le cholestérol existant, le soja est un aliment profondément équilibrant. Une étude scientifique récente (New England Journal of Médecine, 8/95) a ainsi confirmé l'incidence de la consommation du soja sur la réduction du taux sanguin de cholestérol total et du taux de cholestérol LDL, sans pour autant abaisser le bon cholestérol HDL.

Hautement digeste dès lors qu'il a subi un traitement thermique classique, ce qui est le cas de tous les produits à base de tofu et du lait de soja.

Le tableau ci- dessous montre que le soja couvre largement tous nos besoins en acides aminés indispensables. Il est de surcroît très riche en lysine et constitue pour cela le complément idéal des céréales telles que riz, blé ou maïs.

Tableau 3.2. : Contenu de la graine de soja en acides aminés

PROTEINES DE SOJA	ACIDES AMINES INDISPENSABLES (en mg / g de protéines)	REFERENCE FAO / O.M.S
Histidine	28	19
Isoleucine	50	28
Leucine	85	77
Lysine	70	58
Méthionine + cystéine	28	19
Phénylalanine + tyrosine	88	63
Thréonine	42	34
Tryptophane	14	11
valine	53	35

2.2. Produits de Transformation du Soja

1° Le lait de soja

Le lait de soja est connu en Chine depuis plus de 2000 ans. Par sa valeur nutritive, il remplace parfaitement le lait de vache (Voir Tableaux 3.4 et 3.5) dans les régions confrontées aux problèmes d'approvisionnement en lait de vache. La méthode de production traditionnelle consiste à immerger les graines dans l'eau pendant une nuit avant de les broyer dans un mortier avec un pilon. Le fluide lacté ainsi produit est ensuite séparé du résidu solide par filtration à travers un tissu. Traditionnellement, avant d'être consommé, le lait de soja est bouilli pendant 5 à 10 minutes pour inactiver l'inhibiteur de trypsine et l'haemoglutinine de soja.

Emballage et Conservation

Pour une meilleure conservation, le lait est mis en emballage à l'aide d'une conditionneuse automatique en sachets plastiques à partir d'un film PEBD. Le conditionnement se fait d'une

façon automatique à l'état aseptique où le remplissage est direct depuis la cuve de stockage. Le sachet est stérilisé par une lampe UV. Le lait emballé peut se conserver 2 à 3 jours à la température ambiante et pendant plus de 3 mois à l'état frais. Cependant, il peut se conserver pendant au moins 2 ans si le lait fraîchement filtré est chauffé à la vapeur pendant une heure dans des conteneurs hermétiques.

Tableau 3.4.: **Composition du Lait de soja**

Composition		%
Extrait sec		7,75%
	Protéines	3,8%
	Lipides	2,3%
	Glucides	1,4%
	Minéraux	0,25%
Humidité		92,25%

Tableau 3.5. : **Comparatif Lait de vache et Lait de soja**

Constituants	Lait de vache	Lait de soja
Protides	3,2 g	2,8 / 3,4 g
Lipides	1,5 g	1,5 g
Glucides	4,6/5,1 g	2,1/3,6 g
Calcium	107/139 mg	12/21 mg
Phosphore	75/124 mg	36/49 mg
Sodium	40/60 mg	15 mg
Total calories / 100 g	49,8/59,3 Kcal	48/49,5 Kcal

Source : Actini International

2• Tofu

Le tofu est un produit à base de soja très apprécié des populations de l'Est asiatique, et particulièrement en Chine et au Japon. Il se prépare en faisant coaguler le lait de soja avec, par exemple du sulfate de calcium (CaSO₄). La masse coagulée est filtrée, puis pressée, pour réduire la quantité d'eau à environ 60%. Le produit connu sous le nom de Tofu, peut être transformé en chips de tofu, séché à une température ne dépassant pas 70°C, ou frit dans l'huile chaude.

Tofu est un caillé frais de « lait » de soja, formé, égoutté et pressé qui est le résultat de la coagulation du lait de soja. Sa texture souple et son goût très neutre en font une base idéale pour de nombreuses préparations culinaires, car il prend le goût des aliments avec lesquels il est mélangé. *C'est un caméléon culinaire.*

Le tofu se présente sous forme d'une petite brique blanche à la consistance du fromage frais. Sa teneur nutritive lui donne la qualité de remplacer valablement la viande et les œufs. En plus, le Tofu est très digeste, le pourcentage d'assimilation est supérieur à 95%. Le Tofu a une teneur faible en sodium, il est conseillé aux gens qui ont l'hypertension. Le Tofu est faible en glucides, il est conseillé aux diabétiques.

Emballage et Conservation

Le tofu frais immergé dans l'eau à température ambiante peut se conserver pendant 1 ou 2 jours sans perdre sa valeur nutritive. A l'état frais, il peut se conserver pendant toute une

semaine. Cependant, après avoir été stérilisé dans un conteneur pendant une heure, il peut se conserver pendant 6 mois. Pour la vente le Tofu sera emballé dans un sachet plastique "cellophane" et devrait chaque fois être conservé à l'état frais.

Composition du TOFU

Composition		%
Extrait sec		29%
	Protéines	14%
	Lipides	8,7%
	Glucides	2,8%
	Minéraux	0,38%
	Fibres	1,3%
Humidité		71%

3• SOUS PRODUITS : OKARA

Les restes des graines de soja après filtration et pressage s'appellent OKARA. Ils sont utilisés pour la fabrication des croquettes, des sambusa ou comme aliments du bétail: poules et porcs. Après extrait du lait de soja, on obtient 1,3 kg de OKARA dans un 1 Kg de graines de soja. 1 kg de OKARA est vendu à 30 FRW.

Il faut noter que dans la transformation du soja, il n y a jamais de déchets. Tout est valorisé.

3. Une description des procédés technologiques de production

3.1. Technologie et Procédés de production et de conservation de lait de soja et de Tofu

La méthode de production traditionnelle consiste à immerger les graines dans l'eau pendant une nuit avant de les broyer dans un mortier avec un pilon. Le fluide lacté ainsi produit est ensuite séparé du résidu solide par filtration à travers un tissu. Avant d'être consommé, le lait de soja est bouilli pendant 5 à 10 minutes pour inactiver l'inhibiteur de trypsine et l'haemoglutinine de soja. Il peut se conserver pendant au moins 2 ans si le lait fraîchement filtré est chauffé à la vapeur pendant une heure dans des conteneurs hermétiques.

Le tofu se prépare en faisant coaguler le lait de soja avec, par exemple du sulfate de calcium (CaSO₄). La masse coagulée est filtrée, puis pressée, pour réduire la quantité d'eau à environ 60%. Le produit connu sous le nom de Tofu, peut être transformé en chips de tofu, séché à une température ne dépassant pas 70°C, ou frit dans l'huile chaude. Le tofu frais immergé dans l'eau à température ambiante peut se conserver pendant 1 ou 2 jours sans perdre sa valeur nutritive. Cependant, après avoir été stérilisé dans un conteneur pendant une heure, il peut se conserver pendant 6 mois.

La technologie utilise principalement des procédés de trempage, de broyage et de cuisson des graines de soja. Cette étude recommande un système de machine (VS40) de production de lait de soja appelé « SoyCow » qui consiste en une petite unité complète et économique qui produit du lait hautement nutritionnel sans un goût fade et avec un taux d'assimilation de protéines très élevé. Ce système conçu par un fabricant canadien ProSoya a connu un succès extraordinaire en Inde et en Russie. En Afrique, le VS40 a été installé au Burkina Faso,

Malawi, Bénin, Cote d'Ivoire, etc.. La VS40 produit environ 40l/hr de lait de soja. (Voir Brochures du VS40 en Annexe I)

Le fabricant ProSoya fournit une assistance à la mise en route qui consiste en une formation d'une courte durée sur la techniques de production du lait de soja et du Tofu ainsi que sur l'utilisation de l'équipement et son entretien. Les coûts de formation sont inclus dans la facture proforma. Il fournit également le manuel "SoyCow" SC20 composé de toutes les informations techniques sur la machine, son utilisation, des recettes de soja et des illustrations.

Les tableaux suivant illustre les traitements à faire, les opérations y afférentes et les équipements :

Production de lait de soja

Traitement	Opérations (procédé courant)	Equipement artisanal	Equipement semi-industriel (VS40/30)
1. Nettoyage, lavage et pesage	Retirer les saletés et les pierres des graines puis les laver dans l'eau tiède.	Bassins et seaux	Bassins et seaux
2. Trempage	Tremper les graines dans l'eau pendant 14 heures. 1kg de graines de soja dans 1l d'eau.	Bassins	Bassins
3. Broyage	Passer le soja dans un moulin en ajoutant 8 litres de l'eau tiède à 1 Kg de soja.	Moulin électrique :	Broyeur/cuiseur électrique
4. Cuisson	Le mélange broyé va directement dans une marmite de cuisson et il est chauffé jusqu'à l'ébullition. La cuisson continue jusqu'à ce que les mélanges ait une consistance de lait.	Marmite chauffée directe au bois de chauffe	
5. Filtrage	Le lait est filtré à travers un moustiquaire	Tissu moustiquaire, égouttoir	Presse manuelle et filtre
6. Aromatiser	Pour donner un goût au lait de soja, des arômes sont ajoutés pour des goûts divers de chocolat, de vanille, etc.		
7. Conditionnement	Le lait de soja est mis en sachets plastiques en quantité de 200 ml et 500 ml.	Sachets et soudeuse manuelle électrique	Thermo-soudeuse électrique de sachets plastiques
8. Stockage	Le lait est conservé à l'état frais	Réfrigérateur	Réfrigérateur

Production de TOFU à partir du lait de soja

Traitement	Opérations	Matériels
Coagulation	On ajoute du coagulant au lait : 15 gr de sulfate de calcium au 8 litres de lait	Bassins
Formage	Le caillé ainsi obtenu est mis en moule	Moules
Pressage	Le caillé est pressé pour évacuer le maximum de lactosérum	Poids
Démoulage	On retire le tofu formé du moule	Moules
Conservation	Le tofu est plongé dans l'eau froide.	Bassins
Conditionnement	Le tofu est coupé en pains et mis en emballages plastiques.	Couteaux et sachets plastiques
Stockage	Le tofu est stocké en réfrigérateur ou en chambre froide.	Réfrigérateur ou chambre froide

4. Les moyens humains et physiques à mettre en œuvre

Terrains et bâtiments

Nature	Mesure
Terrain pour bâtiment	2500 m ²
Adduction d'eau	15 m
Bâtiments	200 m ²
Total	

Equipement de Production pour le Lait de Soja et Tofu

Type	Marque	Quantité
SoyaCow (Prosoya)	VS40/30	2
Réfrigérateur		1
Générateur		1
Soudeuse électrique		1
Matériels divers		
Total		

Matériel roulant

Une camionnette Pick-up	1
-------------------------	---

Matériel de bureau

Nature	Quantité
Ordinateurs et accessoires	1
Mobiliers et autre équipement auxiliaire	forfait
Matériel divers	forfait
Total	-

4.3. Besoins en matières premières

La capacité de traitement maximale de l'unité est de 150.000 litres de lait de soja et 25 000 Kg de Tofu par an dès l'année de croisière. Compte tenu du fait que 1Kg de graines de soja

donne 8 litres de lait de soja et que 1 Kg de graines de soja donne 3 Kg de Tofu, les besoins en graines de soja sont : $(150\ 000/8+25\ 000/3)$ Kg = 27 083 Kg par an. 1 Kg de graines de soja coûte 150 Frw.

Quant aux additifs (arômes et coagulants) : 10 gr d'arômes sont mélangés dans 10 litres de lait de soja pour obtenir le lait aromatisés. 5 gr de coagulants sont utilisés pour obtenir 1 kg de Tofu. Le prix d'arômes et de coagulants est le même, il est de 5.000 FRW/kg.

Année	Quantité de lait de soja en litre	Quantité de Tofu en Kg	Quantité de graines de soja	Quantité d'additifs : arômes et coagulants en kg
1	75.000	11 250	13 542	138
2	112.500	18 750	20 312	206
3	150.000	25 000	27 083	275

4.4. Besoins en main d'œuvre

Type	Nombre
a. Technique	
Technicienne	1
Ouvrières qualifiées	4
Manœuvres	5
b. Administratif	
Gérante	1
Vendeuses	2
Secrétaire - Comptable	1
Chauffeur - livreur	1
Gardiens	2

4.5. Besoins en énergie et en eau

Type d'énergie	Quantité/an
Essence (Electricité)	1000 litres
Eau	400 m3

4.6. Besoins en emballages

Nature	Quantité/an
Sachets en plastique et étiquettes pour le lait et tofu	200 000 pièces

Pour le lait de soja et le Tofu, il est proposé les sachets plastiques formés à partir d'un film PEBD. Pour les farines, les sachets plastiques PE sont appropriées.

5. Les coûts estimatifs d'investissement à mobiliser

Coût d'investissement (en 000 FRW)

Article	Montant
Terrain	1 000
Bâtiments et adduction d'eau	10 000
Equipements de Production	20 000
Matériel de Bureau	3 000
Véhicule	6 000
Sous total	40 000
Frais de premier établissement (3%)	1 200
Divers et imprévus (3%)	1 200
Sous total	42 200
Fond de roulement	7 800
Coût total d'investissement	50 000