



BIOÉNERGIE ET SÉCURITÉ ALIMENTAIRE
ÉVALUATION RAPIDE (BEFS RA)

Manuel d'Utilisation

ÉTHANOL ET BIODIESEL



Les appellations employées dans ce produit d'information et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) aucune prise de position quant au statut juridique ou au stade de développement des pays, territoires, villes ou zones ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites. La mention de sociétés déterminées ou de produits de fabricants, qu'ils soient ou non brevetés, n'entraîne, de la part de la FAO, aucune approbation ou recommandation desdits produits de préférence à d'autres de nature analogue qui ne sont pas cités.

Les opinions exprimées dans ce produit d'information sont celles du/des auteur(s) et ne reflètent pas nécessairement les vues ou les politiques de la FAO.

© FAO, 2014

La FAO encourage l'utilisation, la reproduction et la diffusion des informations figurant dans ce produit d'information. Sauf indication contraire, le contenu peut être copié, téléchargé et imprimé aux fins d'étude privée, de recherches ou d'enseignement, ainsi que pour utilisation dans des produits ou services non commerciaux, sous réserve que la FAO soit correctement mentionnée comme source et comme titulaire du droit d'auteur et à condition qu'il ne soit sous-entendu en aucune manière que la FAO approuverait les opinions, produits ou services des utilisateurs.

Toute demande relative aux droits de traduction ou d'adaptation, à la revente ou à d'autres droits d'utilisation commerciale doit être présentée au moyen du formulaire en ligne disponible à www.fao.org/contact-us/licence-request ou adressée par courriel à copyright@fao.org.

Les produits d'information de la FAO sont disponibles sur le site web de la FAO (www.fao.org/publications) et peuvent être achetés par courriel adressé à publications-sales@fao.org.

Évaluation Rapide BEFS

Module Options d'Utilisation Finale de l'Énergie

Sous-Module Transport

Éthanol et Biodiesel

Manuel d'Utilisation

Remerciements

L'Évaluation Rapide BEFS (BEFS RA) est le résultat d'un effort d'équipe auquel ont contribué les auteurs suivants (classés par ordre alphabétique)¹: Giacomo Branca (Université de la Tuscia, Viterbo), Luca Cacchiarelli (Université de la Tuscia, Viterbo), Carlos A. Cardona (Université Nationale de la Colombie à Manizales), Erika Felix, Arturo Gianvenuti, Ana Kojakovic, Irini Maltsoğlu, Jutamane Martchamadol, Luis Rincon, Andrea Rossi, Adriano Seghetti, Florian Steierer, Heiner Thofern, Andreas Thulstrup, Michela Tolli, Monica Valencia (Université Nationale de la Colombie à Manizales) et Stefano Valle (Université de la Tuscia, Viterbo).

Des contributions et des apports ont également été reçus de Renato Cumani, Amir Kassam, Harinder Makkar, Walter Kollert, Seth Meyer, Francesco Tubiello et son équipe, Alessio d'Amato (Université de Rome, Tor Vergata) et Luca Tasciotti.

Nous tenons à remercier le Groupe de Travail sur la Bioénergie et la Sécurité Alimentaire du Malawi², ainsi que le National Biofuels Board³ et son Groupe de Travail Technique des Philippines pour leur implication dans les essais pilotes de BEFS RA et leur feedback utile. Nous tenons également à exprimer notre gratitude à Rex B. Demafelis et son équipe de l'Université des Philippines de Los Baños pour leur précieux soutien lors de l'essai pilote.

L'Évaluation Rapide BEFS a bénéficié des commentaires fournis lors d'une réunion d'examen par les pairs qui s'est tenue au siège de la FAO en Février 2014 par Jonathan Agwe (International Fund for Agricultural Development); Adam Brown (International Energy Agency); Michael Brüntrup (German Institute for Development Policy); Tomislav Ivancic (Commission Européenne); Gerry Ostheimer (UN Sustainable Energy for All); Klas Sander (World Bank); James Thurlow (International Food Policy Research Institute); Arnaldo Vieira de Carvalho (Inter-American Development Bank); Jeremy Woods (Imperial College, University of London) et Felice Zaccheo (Commission Européenne). Des commentaires utiles ont également été fournis par Duška Šaša (Energy Institute Hrvoje Požar, Zagreb).

En outre, nous tenons à exprimer notre sincère gratitude à Monique Motty et Ivonne Cerón Salazar pour leur aide dans la finalisation des outils et des documents.

Le travail a été réalisé dans le cadre du projet de l'Évaluation Rapide BEFS (GCP/GLO/357/GER) financé par le Ministère Fédéral Allemand de l'Alimentation et l'Agriculture (BMEL).

¹ Sauf indication contraire, tous les auteurs étaient affiliés à la FAO au moment de leur contribution.

² Le Groupe de Travail BEFS au Malawi comprend les membres suivants: Ministry of Energy, Ministry of Lands, Housing, and Urban Development, Ministry of Finance, Ministry of Agriculture and Food Security, Ministry of Environment and Climate Change and Department of Forestry, Ministry of Industry and Trade, Ministry of Economic Planning and Development, Ministry of Labour and Vocational Training, Ministry of Transport and Public Infrastructure, Ministry of Information and Civic Education, Ministry of Local Government and Rural Development.

³ Le National Biofuels Board est présidé par le Secretary of Department of Energy et comprend les membres suivants: Department of Trade and Industry, Department of Science and Technology, Department of Agriculture, Department of Finance, Department of Labor and Employment, Philippine Coconut Authority, Sugar Regulatory Administration.

Volumes du Manuel d'Utilisation de BEFS RA

- I. Introduction à l'Approche et aux Manuels
- II. Module Situation du Pays
- III. Module Ressources Naturelles
 - 1. Cultures
 - Section 1 : Production de Cultures
 - Section 2 : Budget de Cultures
 - 2. Résidus Agricoles
 - Résidus de Cultures et Résidus d'Élevage
 - 3. Combustibles Ligneux et Résidus de Bois
 - Section 1 : Exploitation Forestière et Résidus de Transformation du Bois
 - Section 2 : Budget de Plantation de Combustibles Ligneux
- IV. Module Options d'Utilisation Finale d'Énergie
 - 1. Produits Intermédiaires ou Finaux
 - Section 1 : Briquettes
 - Section 2 : Granulés de Bois
 - Section 3 : Charbon de Bois
 - 2. Chauffage et Cuisson
 - Biogaz Communautaire
 - 3. Électrification Rurale
 - Section 1 : Gazéification
 - Section 2 : Huile Végétale Brute
 - Section 3 : Combustion
 - 4. Chaleur et Électricité
 - Section 1 : Cogénération
 - Section 2 : Biogaz Industriel
 - 5. Transport
 - Éthanol et Biodiesel**

Table des Matières

1	Vue d'Ensemble du Module Option de l'Utilisation Finale de l'Énergie.....	4
2	Vue d'Ensemble de la <i>Sous-Module Transport</i>	6
3	Termes et Définitions dans le <i>Sous-Module Transport</i>	8
3.1	La technologie utilisée dans la production de matières premières	8
3.2	Systèmes de production de matières premières.....	8
3.3	Comparaison du coût de production des biodiesel/éthanol au cout de production de combustibles fossiles/biocarburants liquides.....	9
3.3.1	Comparaison avec les combustibles fossiles	10
3.3.2	Comparaison avec les biocarburants liquides	10
3.4	Production de biocarburants liquides	11
3.5	Analyse financière	11
3.6	Exigence de la Terre et du Travail.....	11
4	Champ d'Application et Objectif du <i>Sous-Module Transport</i>	12
5	Exécution du <i>Sous-Module Transport</i>	15
5.1	Étape 1: La demande de biocarburants au niveau des pays	15
5.2	Étape 2 : Saisie de Données.....	16
5.2.1	Disponibilité des matières premières et le coût.....	16
5.2.2	Coût de production de biocarburants et les paramètres financiers	19
5.2.3	Paramètres du travail et de la terre	23
5.3	Étape 3 : Les coûts de transformation.....	24
6	Hypothèses et Limites du <i>Sous-Module Transport</i>	26
7	Les Résultats du <i>Sous-Module Transport</i>	27
7.1	Résumé des résultats par matière première.....	27
7.1.1	Les coûts de production et les résultats de placement.....	28
7.1.2	Les résultats d'exploitation.....	30
7.1.3	Les résultats de l'analyse financière	31
7.2	Résumé des résultats comparatifs	32
7.3	Analyse du travail	33
8	Annexe.....	37
8.1	Méthodologie et Résultats.....	37
8.1.1	Structure du budget de la transformation: calcul des coûts de production de biocarburants liquides	37

8.1.2	La structure du budget : estimation des exigences de la main-d'œuvre et de la terre	42
8.2	Les données requises pour l'exécution du <i>Sous-Module Transport</i>	43
8.2.1	Résultats de la <i>Composante des Cultures</i> utilisées dans le <i>Sous-Module Transport</i>	44
9	Références	47

Liste des Figures

Figure 1:	La Structure du Module Utilisation Finale de l'Énergie	4
Figure 2:	Vue d'Ensemble de l'Évaluation Rapide BEFS.....	7
Figure 3:	Demande de Biocarburants (Consommation de Carburant et les Objectifs de Mélange).....	16
Figure 4:	Saisie des Données pour les Biocarburants: Disponibilité des Matières Premières et le Coût.....	18
Figure 5:	Calculateur de Stockage des Matières Premières	19
Figure 6:	Saisie des Données pour les Biocarburants: Les Intrants Chimiques et les Services Publics	20
Figure 7:	Saisie de Données pour les Biocarburants: Le Coût du Travail, Jours de Travail par An et les Coûts Divers	20
Figure 8:	Saisie des Données pour les Biocarburants: Les Frais de Transport	20
Figure 9:	Saisie des Données pour les Biocarburants: Les Paramètres de Stockage.....	21
Figure 10:	Saisie des Données pour les Biocarburants Liquides: Les Autres Coûts.....	21
Figure 11:	Saisie des Données pour les Biocarburants: Prix des Coproduits	22
Figure 12:	Saisie des Données pour les Biocarburants: Prix des Carburants et la Balance Commerciale Nette	22
Figure 13:	Saisie des Données pour les Biocarburants: Paramètres Financiers.....	23
Figure 14:	Saisie des Données pour les Biocarburants: Les Paramètres du Travail et de la Terre.....	23
Figure 15:	Les Coûts de Transformation pour la Production de Biocarburants Liquides	24
Figure 16:	Scénarios de Source de Matières Premières.....	24
Figure 17:	Structure du Budget: Les Coûts de Traitement	25
Figure 18:	Résumé des Résultats par Matière Première	28
Figure 19:	Coûts de Production et Résultats des investissements: Comparaison des Carburants Fossiles et des Biocarburants	29
Figure 20:	Coûts de Production et les Résultats d'Investissement: Les Investissements Selon la Taille de l'Usine.....	29
Figure 21:	Coûts de Production et les Résultats d'Investissement: Part des Coûts de Production Selon Différents Scénarios	30
Figure 22:	Les Résultats d'Exploitation: La Consommation de Matières Premières, le Nombre de Plantes, la Production de Biocarburants.....	31
Figure 23:	Les Indicateurs Financiers de la Production de Biocarburants Liquides	31

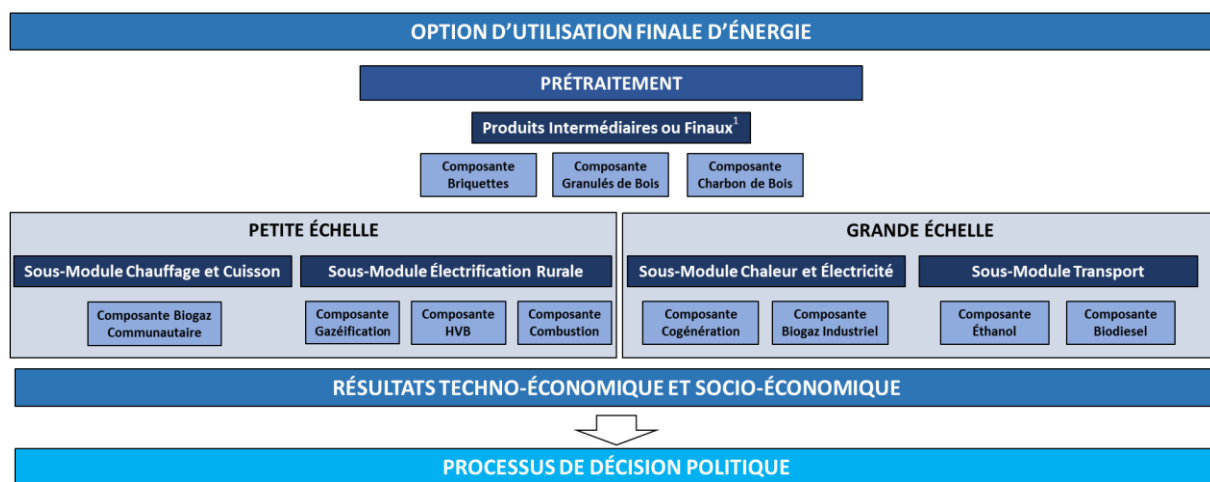
Figure 24: Production et le Nombre de Plantes Biocarburants Maximale Atteignable Potentiellement Fournis.....	32
Figure 25: Résumé des Résultats Comparatifs (Comparaison entre les Coûts de Production, la VAN et le TRI)	33
Figure 26: Analyse du Travail et les Besoins en Terres.....	33
Figure 27: Les Possibilités d'Emploi Liées à la Production de Biocarburants	34
Figure 28: Part des Emplois de Traitement de l'Agriculture.....	35
Figure 29: Comparaison des Exigence des Terres	36
Figure 30: Structure du Budget: Matière Première, Intrants Chimiques, les Apports Énergétiques.....	37
Figure 31: Structure du Budget: Le Travail et les Frais Divers	38
Figure 32: Structure du Budget: Prix du Transport des Matières Premières	39
Figure 33: Structure du Budget: Les Coûts d'Investissement et d'Entretien.....	40
Figure 34: Structure du Budget: Coût de Stockage	40
Figure 35: Structure du Budget: Les Frais Généraux de l'Usine, le Coût Général et Administratif	41
Figure 36: Structure du Budget: Coût Total de Production	42
Figure 37: <i>Sous-Module Transport</i> - La Disponibilité des Matières Premières et le Coût.....	44
Figure 38: <i>L'Outil Production de Cultures</i> – La Feuille de Calcul des Résultats de Production des Cultures.....	44
Figure 39: <i>L'Outil Production de Cultures</i> – La Feuille Résumé des Résultats	45
Figure 40: <i>Sous-Module Transport</i> - Des Paramètres du Travail et de la Terre	45

Liste des Tableaux

Tableau 1: Un Résumé des Informations Fournies par le Sous-Module de Transport	14
Tableau 2 : Estimer le Coût de Stockage	18
Table 3 : Estimation du Coût de Stockage dans des Bacs en Acier.....	18
Tableau 4: Les Données Requises pour l'Exécution du <i>Sous-Module Transport</i>	43

1 Vue d'Ensemble du Module Option de l'Utilisation Finale de l'Énergie

Comme expliqué dans l'introduction générale du manuel de formation BEFS RA, le module *Options d'Utilisation Finale de l'Énergie* est utilisé pour évaluer la viabilité techno-économique et socio-économique de différentes filières de production de bioénergie. Le module est divisé en cinq sections qui sont : Produits Intermédiaires ou Finaux, Chauffage et Cuisson, Électrification Rurale, Chaleur et Électricité et Transport. Chacun des sous-modules comprend un choix des composantes d'analyse pour évaluer la production de biocarburants spécifiques basés sur les technologies de traitement particulier, comme illustré sur la Figure 1. Ce module se base sur l'information générée dans le module *Ressources Naturelles* par rapport au type et à la quantité de matière première disponible. Pour une description plus détaillée du module il faut se référer à l'introduction générale du manuel de formation.



¹Ces produits peuvent être utilisés soit en tant que produits finaux pour le chauffage et la cuisson soit en tant que produits intermédiaires pour l'électrification rurale.

Figure 1: La Structure du Module Utilisation Finale de l'Énergie

Une description générale de chacun des sous-modules et de leurs composantes d'analyse respectives est présentée ci-dessous. Une discussion plus détaillée sur chacun des volets de l'analyse sera présentée dans le manuel utilisateur.

Le sous-module **Produits Intermédiaires ou Finaux** est utilisé pour évaluer la viabilité de la production de briquettes, granulés de bois et charbon de bois. La composante **Briquettes/Granulés de Bois** est utilisée pour évaluer le développement potentiel de la production de briquettes afin de fournir de l'énergie destinée au chauffage et à la cuisson dans les ménages ruraux et urbains. L'objectif de l'analyse est de fournir des informations sur le coût de production, les besoins en biomasse, la viabilité financière et les paramètres sociaux pour aider les utilisateurs dans leur décision de promouvoir la production de briquettes dans le pays. La composante **Charbon de Bois** est utilisée pour comparer les technologies de production de charbon de bois existantes avec les technologies améliorées et plus efficaces. Le but de l'analyse est d'évaluer le coût initial d'investissement des technologies améliorées, la viabilité financière du point de vue des producteurs de charbon de bois et les avantages sociaux et environnementaux que les technologies améliorées peuvent avoir par rapport aux technologies de production de charbon de bois existantes. Les résultats obtenus par l'analyse renseignent l'utilisateur sur les obstacles potentiels relatifs à l'adoption par les producteurs de technologies de charbon de bois améliorées.

Le sous-module **Chauffage et Cuisson** est utilisé pour évaluer la viabilité de la production de biogaz au niveau communautaire. La composante **Biogaz Communautaire** est utilisée pour évaluer le développement potentiel de la production de biogaz à partir du bétail au niveau des ménages et des communautés et compare trois différents types de technologie. La composante fournit des informations sur: 1) la quantité de biogaz qui peut être produite sur la base de la disponibilité du fumier, 2) la taille du biodigester nécessaire pour exploiter l'énergie, 3) le coût d'installation de trois types de technologies de biodigester. Ce volet fournit également des paramètres socio-économiques et financiers pour aider l'utilisateur à comprendre les possibilités et les conditions nécessaires au déploiement de la technologie biogaz dans leur pays.

Le sous-module **Électrification Rurale** est utilisé pour évaluer la viabilité de l'approvisionnement en électricité à partir de ressources de biomasse locales dans les zones reculées qui n'ont pas accès au réseau électrique. Le sous-module est composé de trois voies technologiques décentralisées pour l'électrification, à savoir : la gazéification, l'utilisation d'huile végétale brute (HVB) et la combustion. Les résultats de ce sous-module génèrent des estimations du coût de la production et distribution d'électricité, calcule la viabilité financière de l'électrification et informe sur les résultats sociaux et économiques associés à chaque voie alternative de technologie. La composante **Gazéification** analyse la combustion partielle de la biomasse pour produire un mélange de gaz qui est ensuite brûlé dans des moteurs à gaz pour produire de l'électricité. Le volet **Huile Végétale Brute (HVB)** s'appuie sur la composante des cultures agricoles dans le module Ressources Naturelles. Il évalue le potentiel de substitution du diesel par l'HVB dans les générateurs pour produire de l'électricité. La composante **Combustion** évalue la combustion de la biomasse pour produire du carburant qui fait tourner une turbine à vapeur afin de produire de l'électricité.

Le sous-module **Chaleur et Électricité** est utilisé pour évaluer la viabilité de la production d'électricité et de chaleur à partir de sources locales de biomasse. Le sous-module est composé de deux voies technologiques décentralisées pour l'électrification et la chaleur, à savoir : la cogénération et le biogaz industriel. Les résultats de ce sous-module génèrent des estimations du coût de la production et distribution d'électricité et de chaleur, calcule la viabilité financière de l'électrification/chaleur et informe sur les résultats sociaux et économiques associés à chaque voie alternative de technologie. La composante **Cogénération** examine le potentiel de la production simultanée de chaleur et d'électricité à partir d'une source de biomasse, ce qui permet à l'utilisateur d'analyser une usine de production intégrée ou d'analyser le fonctionnement autonome d'un pur réseau électrique. La composante **Biogaz Industriel** évalue le potentiel de développer une industrie de biogaz pour l'électricité, la chaleur, la cogénération ou le biogaz amélioré. Ceci est fait en utilisant des eaux usées, les matières solides de haute ou faible humidité ou une combinaison des deux. Toutes les filières technologiques sont basées sur des technologies simples et facilement accessibles qui peuvent être facilement adaptables aux zones rurales éloignées.

Le sous-module **Transport** est utilisé pour évaluer la viabilité de la production de biocarburants liquides pour le transport, à savoir l'éthanol et le biodiesel. L'analyse s'appuie sur les résultats générés par les composants des ressources naturelles en termes de disponibilité des matières premières et sur le budget de la culture. Les outils couvrent l'éthanol et le biodiesel. Dans les sections de l'éthanol, les utilisateurs peuvent évaluer le potentiel de développement de l'industrie de l'éthanol dans le pays. De même, dans la section de biodiesel, peut être évalué le potentiel de développement de l'industrie du biodiesel. Les analyses donnent des résultats sur les estimations de coûts pour la production de biocarburant choisi en fonction de l'origine des matières premières, à savoir les petits exploitants, la combinaison petits exploitants/concessions ou commerciales et selon quatre capacités de production prédéfinies, à savoir 5,

25, 50 et 100 millions de litres/an⁴. Les résultats comprennent également des informations sur la faisabilité économique et les paramètres socio-économiques. Dans cette composante, l'utilisateur a la possibilité d'inclure dans l'évaluation une analyse des émissions de GES qui couvre l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement des biocarburants sélectionnés.

Une autre option pour les utilisateurs consiste à utiliser la **Calculatrice de Prétraitement** avant d'utiliser les outils d'Utilisation Finale d'Énergie⁵. Cela permet à l'utilisateur de calculer les coûts supplémentaires de prétraitement de la biomasse sélectionnée afin d'obtenir les conditions spécifiques requises pour la conversion de la biomasse finale pour l'utilisation finale d'énergie.

2 Vue d'Ensemble de la *Sous-Module Transport*

Les biocarburants liquides sont le plus souvent transformés en biodiesel ou éthanol. Le biodiesel peut être produit à partir d'huile végétale ou de graisse animale et est utilisé pour remplacer le diesel fossile. Il peut être utilisé à l'état pur ou dans un mélange avec des combustibles diesel dérivés du pétrole (soit B5 ou B20, qui contient, respectivement, 5 pour cent ou 20 pour cent de biodiesel mélangé au diesel fossile). L'éthanol est un alcool incolore qui peut être utilisé comme carburant dans les moteurs à allumage commandé, à l'état pur ou mélangé avec l'essence. Le biodiesel a environ 92% de la teneur en énergie du gazole conventionnel. L'éthanol, quant à lui, a environ les deux tiers du contenu énergétique de l'essence (indépendamment de la matière première utilisée), mais il a un indice d'octane beaucoup plus élevé.

Le *Sous-Module Transport* aide l'utilisateur à évaluer le potentiel de développement de la production de biocarburants liquides (éthanol et biodiesel) dans le pays. La partie éthanol de l'outil est utilisée pour évaluer le potentiel de développement de l'industrie de l'éthanol dans le pays. De même, la partie biodiesel de l'outil évalue le potentiel de développement de l'industrie du biodiesel. L'analyse s'appuie sur les résultats obtenus dans le module *Ressources Naturelles* en termes de la disponibilité des matières premières et des budgets de cultures. L'outil est conçu pour évaluer la compétitivité des chaînes de production de biocarburants liquides qui varient en fonction de l'origine de la matière première (régime des petits planteurs, système d'autoproduction, et système mixte des petits cultivateurs– de l'autoproduction) ; des configurations des technologies et des tailles d'installations pour la production de biocarburants (5, 25, 50 et 100 millions de litres par an). L'outil fournit des estimations préliminaires sur les coûts de production de la chaîne de valeur des biocarburants et analyse les aspects financiers et socio-économiques des chaînes de production.

Après la fin de l'analyse, l'utilisateur sera en mesure d'évaluer :

1. la rentabilité économique de la chaîne de valeur des biocarburants du liquide en notamment lorsque les cultivateurs sont considérés comme des fournisseurs de matières premières ;
2. la matière première la plus viable qui peut être utilisée pour la production d'éthanol et de biodiesel ;
3. les tailles de végétaux potentiels qui peuvent être envisagés pour la production d'éthanol et de biodiesel ;

⁴ La sélection des capacités prédéfinies des usines est basée sur une analyse bibliographique; voir le manuel sur le Transport pour plus de détails.

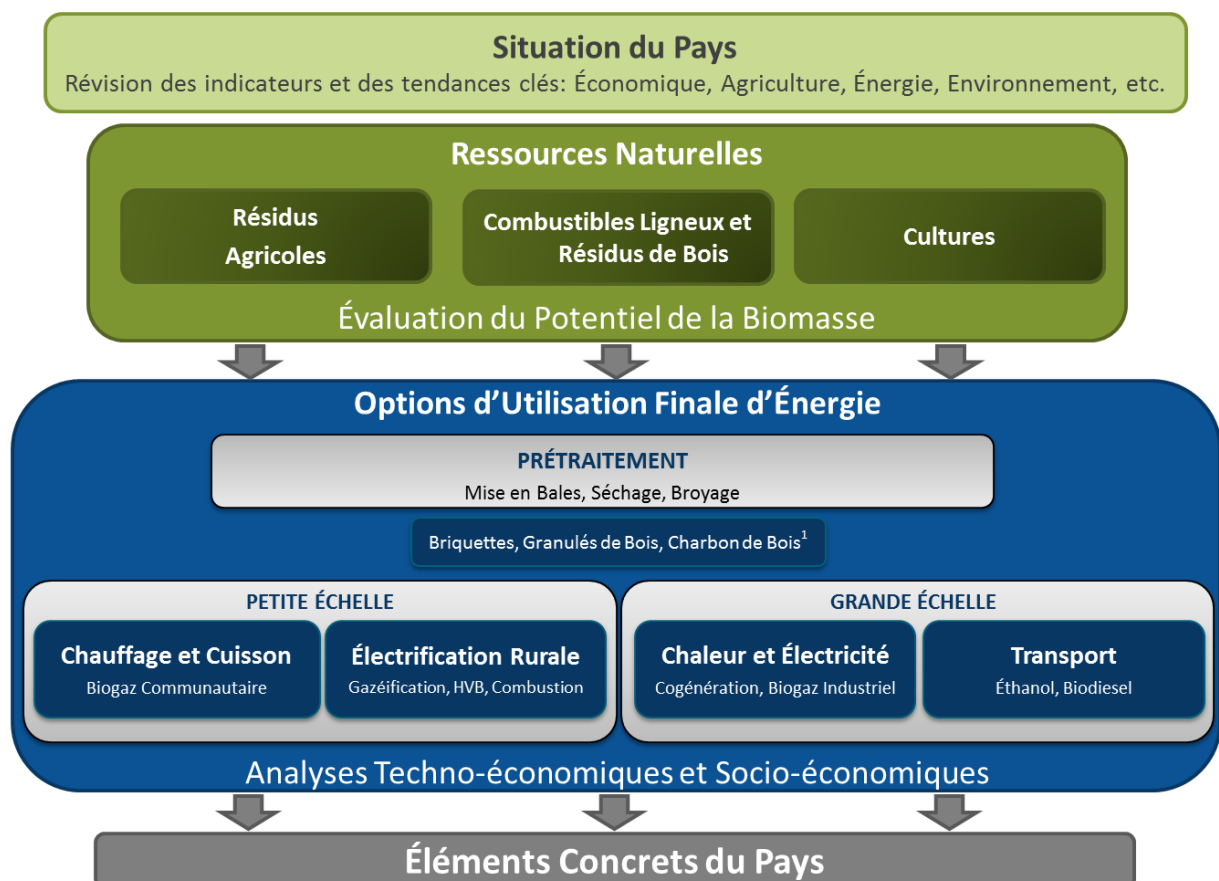
⁵ La Calculatrice de Prétraitement peut être utilisée avant d'utiliser les outils d'Utilisation Finale d'Énergie. Les exceptions sont les *Outils Biogaz Communautaire et Transport* car ces outils comprennent déjà le prétraitement.

4. le potentiel de création d'emplois dans les zones rurales associées à chaque chaîne de valeur ; et
5. la quantité de biocarburant qui peut être produite pour les marchés intérieurs ou pour l'exportation ou pour les deux.

Plus précisément, les résultats donneront une indication sur:

1. la quantité de la biomasse nécessaire pour assurer chacune des capacités prédéfinies ;
2. le coût de production et le coût d'investissement associé à chaque option de production ;
3. les indicateurs financiers de la valeur actualisée nette (VAN) et du taux de rendement interne (TRI) ;
4. la faisabilité d'intégrer les agriculteurs dans la chaîne de production ; et
5. la quantité d'emplois qui peuvent être créés.

La circulation de l'information au sein du *Sous-Module Transport*, qui comprend des sections sur le biodiesel et l'éthanol, ainsi que les liens avec d'autres composantes de l'Évaluation Rapide BEFS est représentée dans la Figure 2.



¹Ces produits peuvent être utilisés soit en tant que produits finaux pour le chauffage et la cuisson soit en tant que produits intermédiaires pour l'électrification rurale.

Figure 2: Vue d'Ensemble de l'Évaluation Rapide BEFS

3 Termes et Définitions dans le *Sous-Module Transport*

Cette section définit les termes spécifiques utilisés dans le *Sous-Module Transport*, en référence à la diversité des systèmes de production agricoles pris en compte dans le BEFS RA. Les différents concepts et approches méthodologiques suivies dans le module sont également expliqués. Certains de ces termes sont également utilisés dans d'autres outils et composantes, et en particulier dans *l'Outil de Budget de Cultures*.

3.1 La technologie utilisée dans la production de matières premières

Afin d'évaluer le coût de production de matières premières, la méthodologie utilisée dans le *Sous-Module Transport* s'appuie sur la méthodologie adoptée dans la *Composante Cultures*. Par conséquent, l'approche et les définitions des méthodologies des zones mondiales pour l'agro-écologiques (GAEZ) (IIASA/FAO, 2012b), s'appliquent également ici.

Niveau d'intrant de la production agricole (niveau de technologie)

La méthodologie GAEZ définit trois niveaux d'intrants génériques pour la production agricole: faible, intermédiaire et élevé. Dans l'analyse, cette variété dans les niveaux d'intrants et de gestion se traduit par des différences de rendement (IIASA/FAO, 2012b)⁶.

- **Intrant faible:** Le niveau d'intrant faible correspond à un système d'exploitation destiné principalement à la subsistance. La production est basée sur l'utilisation de variétés locales (si des variétés améliorées sont utilisées, elles sont traitées de la même manière que les variétés locales) et des techniques intensives en main d'œuvre. Pour ce niveau, les produits chimiques pour la fertilisation et le contrôle des ravageurs et maladies ne sont pas utilisés. Des mesures minimales de conservation sont utilisées.
- **Intrant Intermédiaire:** Le niveau d'intrant intermédiaire s'applique à un système de production destiné en partie à la subsistance et en partie au marché. La production est basée sur des variétés améliorées, sur le travail manuel avec des outils à main et/ou de traction animale et un certain niveau de mécanisation. Pour ce niveau, le travail est semi mécanisé et quelques produits chimiques pour la fertilisation et le contrôle des ravageurs et maladies sont utilisés. En outre, la jachère améliorée ainsi que d'autres pratiques de conservation sont mises en pratique.
- **Intrant élevé:** Ce niveau d'intrants concerne un système de production principalement orienté vers le marché. La production est basée sur des variétés améliorées ou à haut rendement et est entièrement mécanisée avec une faible intensité de travail. Pour ce niveau, on optimise les utilisations de produits chimiques pour la fertilisation ainsi que le contrôle des mauvaises herbes, maladies et ravageurs des cultures.

3.2 Systèmes de production de matières premières

Afin d'estimer la matière première nécessaire pour mettre en œuvre la production de biocarburants, le modèle utilise trois systèmes de production différents : planteurs, production par soi-même et mixte.

- **Schéma d'agriculture contractuelle :** sous ce modèle de production le prix payé lors de la livraison à l'unité de transformation à l'agriculteur est le prix du marché (défini sur la base des moyennes

⁶ Les définitions des niveaux d'entrée décrites dans ce document sont des versions adoptées/simplifiées de celles utilisées dans le document modèle GAEZ. Par conséquent, pour des informations plus détaillées, veuillez consulter : IIASA/FAO, 2012b.

des prix nationaux). Les agriculteurs inscrits dans ce type de contrat sont généralement des agriculteurs contractuels. On suppose qu'il existe un contrat d'achat direct entre les petits exploitants et les fabricants de biocarburants et aucun intermédiaire n'est impliqué dans la transaction. Le niveau de la technologie appliquée dans ce système utilise des rendements de cultures différentes en fonction de la comparaison entre le rendement actuel de la culture sélectionnée enregistrée dans la zone d'analyse et le rendement issu de la base de données GAEZ et plus précisément :

- Si le rendement actuel de la culture sélectionnée est inférieur au rendement à intrants faibles déclarés dans l'ensemble des données GAEZ, le sous-module suppose que la matière première est produite par des agriculteurs de niveau d'intrant faible ;
 - Si le rendement actuel de la culture sélectionnée prend une valeur entre les rendements des intrants faibles et intermédiaire dans l'ensemble de données GAEZ, le sous-module suppose que la matière première est produite par des agriculteurs de niveau d'intrant intermédiaire;
 - Si le rendement actuel de la culture sélectionnée est plus élevé que le rendement des intrants intermédiaires déclarés dans l'ensemble de données GAEZ, le sous-module suppose que la matière première est produite par des agriculteurs de niveau d'intrant faible.
- **Système de production** : sous ce système de production, le coût des matières premières à la sortie de l'usine est le coût de production des matières premières. La production de la matière première totale est produite par l'usine elle-même. Les agriculteurs contractuels produisent toujours des matières premières ayant un niveau d'intrant élevé (à grande échelle ou les agriculteurs commerciaux).
 - **Système de production mixte** : sous ce système, les matières premières sont en partie alimentées par les agriculteurs (40%) et en partie (60%) par les agriculteurs contractuels eux-mêmes. Le coût de la matière première de ce régime de production est calculé sur la base d'une combinaison du prix payé aux planteurs et le coût supporté par le régime de la propre production. L'objectif de ce programme est d'évaluer si les biocarburants liquides peuvent être des produits compétitifs quand les petits exploitants sont inclus dans la chaîne de production. Il convient de noter que les proportions de la contribution des matières premières par type d'agriculteur signalée ci-dessus peuvent changer selon le contexte du pays. Afin de définir un contexte plus réaliste du pays, l'utilisateur a la possibilité de modifier ces proportions dans les fichiers de *Cost_Fs* (voir section 5.3) qui se rapportent à des coûts de production pour chacune des cultures sélectionnées dans le *Sous-Module Transport*.

3.3 Comparaison du coût de production des biodiesel/éthanol au cout de production de combustibles fossiles/biocarburants liquides

Dans la feuille de Saisie de Données, les utilisateurs sont invités à indiquer si le pays considéré dans l'analyse est un importateur/exportateur net de combustibles fossiles ; ou un importateur / exportateur net intéressé à exporter des biocarburants liquides. Dépendamment des réponses fournies, les utilisateurs sont confrontés à différentes combinaisons de scénarios décrits ci-dessous, qui implique différentes comparaisons des prix et donc certains besoins en matière de données.

3.3.1 Comparaison avec les combustibles fossiles

Scénario 1 – Pays importateur net

Le sous-module compare le coût de production de biodiesel/éthanol (en équivalent pétrole) avec le prix franco à bord (FOB) de l'essence/diesel.

Si le port principal utilisé pour importer des combustibles fossiles ne correspond pas à la ville principale (et ainsi l'endroit de la consommation) dans le pays, l'outil compare le coût de production de biodiesel/éthanol (en équivalent pétrole) avec le prix FOB de l'essence/diesel dont le coût de transport de ces combustibles à partir du port de la ville principale est ajouté.

Scénario 2 - Pays exportateur net

Le sous-module compare le coût de production de biodiesel/éthanol (en équivalent pétrole) au Prix de Sortie de la Raffinerie de l'essence/diesel.

3.3.2 Comparaison avec les biocarburants liquides

Scénario 1 - Pays importation net

Le sous-module compare le coût du biodiesel/production d'éthanol avec le prix franco à bord (FOB) du biodiesel / éthanol.

Si le port principal utilisé pour importer des combustibles fossiles ne correspond pas à la ville principale (et ainsi le lieu de la consommation) dans le pays, l'outil compare le coût de production de biodiesel/éthanol (en équivalent pétrole) avec le prix FOB de l'essence/diesel dont le coût de transport de ces combustibles à partir du port de la ville principale est ajouté.

Scénario 2 - Pays exportateur net

Le sous-module compare le coût du biodiesel/production d'éthanol avec le prix de sortie d'usine moyenne de biodiesel/éthanol dans le pays.

Scénario 3 - Intérêt à l'exportation

Le sous-module compare le coût de production du biodiesel/d'éthanol avec le prix franco à bord (FOB) du biodiesel/éthanol pour lequel le coût de transport de ces combustibles de la ville principale au port a été soustrait.

Si le prix FOB des biocarburants n'est pas disponible, le sous-module utilise le prix FOB du port le plus proche où les biocarburants sont négociés.

- **Seuil de rentabilité : ou le point d'équilibre** représente le montant des ventes qui sont nécessaires pour couvrir les coûts totaux (fixes et variables). Les bénéfices à l'équilibre sont égaux à zéro quand les coûts et les revenus sont égaux.

3.4 Production de biocarburants liquides

Le sous-module examine les indicateurs basés sur le montant total nécessaire pour respecter le mélange obligatoire indiqué dans la feuille de Biocarburants de la Demande (voir section 5.1) et le nombre de plantes potentiellement fournies (voir sections 7.1.2 et 7.2).

- **La production maximale de biocarburants réalisable** : La production maximale de biocarburants réalisable indique si la quantité de biocarburant liquide obtenue à partir des cultures sélectionnées est suffisante pour respecter le montant prévu dans le mélange obligatoire inclu dans la demande de biocarburants (voir Cible la Production de Biocarburants dans le Pays).
- **Nombre de plantes potentiellement fourni** : Il indique le nombre de plantes potentiellement fournies sur la base de la biomasse disponible, tailles de plantes sélectionnées et cultures ciblées.

3.5 Analyse financière

L'analyse financière examine la rentabilité de l'investissement dans les usines de transformation des biocarburants de différentes tailles. Le sous-module calcule les indicateurs⁷ suivants :

- **Valeur Actuelle Nette (VAN)** : est la différence entre la valeur actuelle des flux de trésorerie et la valeur actuelle des sorties de trésorerie. Les flux de trésorerie sont une séquence de valeurs s'étendant sur plusieurs années. Lors de l'utilisation VAN, le critère de sélection est de considérer favorablement tous les investissements ayant une VAN supérieure à zéro, lorsque c'est escompté à un taux réduit approprié, le plus souvent le coût d'opportunité du capital.
- **Taux de Rendement Interne (TRI)** : Taux d'actualisation qui rend la VAN égale zéro. Si le taux de rendement interne de l'investissement est supérieur au taux minimum de rendement requis- le coût du capital - alors l'investissement vaut la peine. Inversement, si le TRI de l'investissement est plus faible que le coût du capital, le meilleur plan d'action peut être de ne pas procéder à l'investissement.

Voici d'autres termes financiers que l'utilisateur doit prendre en compte :

- **Taux d'actualisation** : Le taux d'escompte est le taux d'intérêt utilisé pour déterminer la valeur actuelle d'une valeur future en offrant des rabais.
- **Le coût d'opportunité du capital** : Le coût d'utilisation des ressources dans l'investissement spécifique plutôt que dans leur meilleure option alternative. Elle est généralement exprimée sous la forme de taux d'intérêt, c'est à dire le taux auquel les prestations et les coûts sont actualisés dans le calcul de la valeur actualisée nette.

3.6 Exigence de la Terre et du Travail

Le *Sous-module Transport* estime les besoins de main-d'œuvre et de la terre pour les usines de transformation de biocarburants de différentes tailles.

- **Main-d'œuvre agricole** : La main-d'œuvre employée dans diverses opérations agricoles a été divisée en manuel et mécanisé et comprend la Préparation du sol, l'Ensemencement, d'autres opérations sur le terrain, la récolte et Divers. Pour la préparation des terres, l'utilisation de la

⁷ Pour avoir plus d'information concernant les indicateurs, référez-vous à De Benedictis, 1976; Gittinger 1982; Squire van der Take, 1975.

traction animale est adoptée. Le travail manuel comprend à la fois une main-d'œuvre familiale et salariale et est exprimé en homme-jour/hectare en supposant qu'une personne travaille 8 heures par jour. Le travail mécanisé comprend la main-d'œuvre pour les opérations (c.-à-pilote) et est exprimé en heures de travail par hectare.

- **Travail en usine (traitement)** : Les usines sont supposées fonctionner 8000 heures par an (soit 24 heures par jour, 333 jours par an) sur un cycle de trois fois huit heures (3 x 8h) de changement. Le nombre de travailleurs par changement de travail a été calculé sur le principe de base rapporté par Van Gerpen (2008) qui stipule qu'au moins 1 travailleur non qualifié est requis par millions de gallon de biodiesel produit. Le nombre de travailleurs qualifiés nécessaires est supposé être un pour quatre travailleurs non qualifiés travaillant dans l'usine.
- **Journée de travail** : Un jour où le travail est effectué pour un nombre convenu d'heures en échange d'un salaire.

4 Champ d'Application et Objectif du *Sous-Module Transport*

L'objectif du *Sous-Module Transport* est de fournir à l'utilisateur des informations préliminaires sur les besoins en matières premières, la rentabilité et les aspects socio-économiques de systèmes de production de biocarburants liquides basée sur l'origine de la matière première (uniquement les agriculteurs, la production par soi-même, ou le mixage des agriculteurs avec le système de agriculteurs contractuels) et la taille prédéfinies des usines (capacités) de production de biocarburants (5, 25, 50 et 100 millions de litres par an). Les sections biodiesel/éthanol calculent le coût de production et évaluent la rentabilité ainsi que les implications socio-économiques du biodiesel et de l'éthanol pour différents systèmes de production aux capacités d'installations prédéfinies.

Les deux sections du *Sous-Module Transport* calculent les coûts de production de biocarburants en tenant compte des prix des matières premières et d'autres intrants d'exploitation tels que la main-d'œuvre qualifiée et non qualifiée, le transport de matières premières de la ferme à l'usine de traitement, les investissements nécessaires à la construction d'une usine de production de biodiesel/d'éthanol et le coût d'exploitation pour la mise en marche (entretien, les frais globaux de stockage dans l'usine et les frais généraux et administratifs) pour calculer le coût de production de biocarburants. L'utilisateur obtient un coût de production de biocarburants unitaire estimé pour chacune des quatre tailles d'usine incluses dans l'outil. L'utilisateur peut alors comparer les coûts des différents modes de production pour des paramètres tels que la matière première en tant que tel et son origine ainsi que la de production de biocarburants. L'utilisateur peut également comparer entre le coût estimé de la production de biocarburants et les prix équivalents de diesel/essence. Il serait utile de disposer de ce genre d'informations, car il donne à l'utilisateur une indication sur la taille des plantes qui sont plus compétitives. La combinaison de cette information avec une projection des recettes et des paramètres financiers est utilisée pour construire le budget financier. L'analyse financière estime la rentabilité de l'investissement dans la production de biocarburants à différentes échelles de production. La Valeur Actuelle Nette (VAN) et le Taux de Rendement Interne (TRI) sont calculés. Ces indicateurs financiers fournissent une mesure actualisée de la valeur du projet et le taux d'intérêt maximum qu'un projet peut payer pour les ressources utilisées, respectivement.

L'analyse socio-économique de la production de biocarburants liquides fournit à l'utilisateur des informations sur le potentiel d'emploi à générer dans les zones rurales sous différents systèmes de production ainsi que la quantité de terre nécessaire pour produire la matière première essentielle pour

alimenter les unités de tailles différentes. Les potentiels de création d'emploi, tant au niveau de production de matières premières qu'au niveau de l'usine de traitement, sont calculés sur la base des coefficients de travail, des facteurs de conversion des biocarburants et des intrants d'exploitation liés à l'usine de traitement biodiesel/éthanol. Le *Sous-Module Transport* permet également à l'utilisateur d'évaluer les besoins en terre en fonction des exigences de la biomasse des différentes tailles d'usines, en fonction des cultures agricoles spécifiques pour les biocarburants compte tenu de la différence de niveaux de productivité de matière première associées ainsi que de leur origine (à savoir niveau de «petits agriculteurs» vs. niveau de production «commerciale»).

Tableau 1: Un Résumé des Informations Fournies par le Sous-Module de Transport

	Question	Informations Fournies par l'Outil
Production de Matières Premières	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Quelle est la rentabilité de la taille de l'usine sélectionnée avec la participation des petits exploitants en tant que fournisseurs de matière première et en quoi diffèrent-ils? ▪ Quel est le coût de production des biocarburants liquides à base de cultures différentes? 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estimation du coût de production de biocarburants pour des tailles d'usines définies, avec ou sans la participation des agriculteurs contractuels comme fournisseurs de matières premières. ▪ Estimation des indicateurs clés de rentabilité: <ul style="list-style-type: none"> - Estimation des indicateurs clés de la rentabilité des capitaux investis placements des indicateurs clés: la Valeur Actualisée Nette (VAN) et Taux de Rendement Interne (TRI) - Comparaison entre le liquide coût de production des biocarburants et équivalents prix des combustibles fossiles ▪ Identification des paramètres clés qui affectent la rentabilité de la production de biocarburants
Exigence des Terres	Combien de terres seront nécessaires si la production de biocarburants liquides est mis en œuvre dans le pays, à l'échelle de la production différente, compte tenu de matière première de différentes cultures et basé sur les niveaux des différents fournisseurs de matière première de la productivité des cultures?	Estimation de l'impact potentiel de la production de biodiesel/éthanol sur les exigences des terres cultivées pour différentes tailles de végétaux, compte tenu des options différentes de cultures de matières premières et les niveaux de fournisseurs de matière première de la productivité.
Exigence du Travail	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Combien d'emplois seront créés le long de la chaîne de valeur (production et transformation matière première) si la production de biocarburants liquides est mis en œuvre dans le pays? ▪ Combien d'emplois pourraient être créés à différentes échelles de production? ▪ Quels sont les effets sur la création d'emplois peut être attribuée à la participation des agriculteurs contractuels que les fournisseurs de matière première par rapport à leur manque de participation dans la chaîne de valeur? 	Estimation de l'impact potentiel de la production de biodiesel/éthanol sur la génération de travail pour différentes tailles de végétaux, les cultures de matière première et sur la base de l'intégration des agriculteurs contractuels dans la chaîne de valeur en tant que fournisseurs de matière première.

La section suivante décrit la structure du sous-module et les options disponibles pour l'utilisateur. Les méthodes de référence pour le budget de la transformation et de la main-d'œuvre et les besoins en terre sont décrites en détail dans l'Annexe.

5 Exécution du *Sous-Module Transport*⁸

Le *Sous-Module Transport* fonctionne en utilisant le logiciel Microsoft[®] Excel.

Durant l'analyse, l'utilisateur parcourt étape par étape les options et est invité à saisir les données nécessaires pour obtenir les résultats. Lorsque les données requises sont limitées ou non disponibles, l'utilisateur peut utiliser les valeurs par défaut fournies par l'outil. Les touches de navigation sont placées sur le haut et le bas de chaque feuille, indiquant l'étape suivante avec le signe "SUIVANT >>" ou la touche "<< RETOUR" permettant à l'utilisateur de revenir à l'étape précédente.

Le sous-chapitre suivant décrit chaque étape de l'analyse en utilisant le Malawi comme exemple à l'appui.

L'utilisateur doit suivre une séquence d'étapes afin d'obtenir des résultats finaux. Néanmoins, un utilisateur expérimenté peut exécuter le sous-module suivant un ordre différent ou même omettre certaines étapes ou options (par exemple la demande de biocarburants).

L'utilisateur doit saisir, dans les cellules blanches, les données requises pour l'analyse et les calculs apparaîtront dans les cellules grises. Si les informations ne sont pas facilement accessibles, l'utilisateur sera guidé vers des liens internet afin de trouver l'information correspondante au spécifique pays.

5.1 Étape 1: La demande de biocarburants au niveau des pays

Cette étape vise à estimer la quantité de biodiesel et d'éthanol nécessaire pour atteindre un mandat national donné de mélange de biocarburant, calculé sur la base de la quantité de diesel/essence consommée dans le pays. La part de biodiesel et de l'éthanol sont obtenues par application des coefficients de mélange obligatoire pour le diesel et l'essence, respectivement.

L'utilisateur doit saisir :

1. Les données de consommation domestiques de diesel et d'essence en ML/an. Les informations fournies par le module *Situation du Pays* peuvent être utilisées (Figure 3, étiquette 1).
2. Les informations indiquant le niveau de mélange de biodiesel et d'éthanol planifié au niveau national. Les informations fournies par le module *Situation du Pays* peuvent être utilisées (Figure 3, étiquette 2).

La quantité de biodiesel et d'éthanol que le pays doit produire est calculée par l'outil sur la base des informations fournies (Figure 3, étiquette 3).

Dans la section la Production et le Commerce de Biocarburant, l'utilisateur peut déterminer la quantité de biocarburants liquide consommée dans le pays. Cette valeur est obtenue en additionnant la quantité importée à la production nationale et en soustrayant la quantité exportée (Figure 3, étiquette 4). Si le pays importe uniquement alors la valeur correspondra à la valeur importée uniquement.

⁸ Une description complète et détaillée de la structure du budget de traitement pour à la fois le calcul des coûts de production du biodiesel/de l'éthanol et l'estimation des besoins en terre et main-d'œuvre est présenté en Annexe.

CONSOMMATION DE CARBURANT ET OBJECTIFS DES MELANGES POUR
 LES BIOCARBURANTS LIQUIDES

<< RETOUR
Début
Description du Processus de
Biocarburants Liquides
SUIVANT >>
Saisie de Données

Consommation de combustibles fossiles domestiques

	Consommation	Unité		Consommation	Unité
Diesel	246	ML/an	Essence	136	ML/an

Cible de mélange interne

	Cible de mélange	Demande de biocarburants		Cible de mélange	Demande de biocarburants
Biodiesel (ML/an)	10%	25	Éthanol (ML/an)	10%	14

Production et commerce des biocarburants

	Production Domestique	Importations	Exportations	Bilan net
Biodiesel (ML/an)				-
Éthanol (ML/an)				-

Cibler la production domestique de biocarburants

Biodiesel (ML/an)	25
Éthanol (ML/an)	14

Figure 3: Demande de Biocarburants (Consommation de Carburant et les Objectifs de Mélange)

5.2 Étape 2 : Saisie de Données

Les données saisies dans la feuille de Saisie de Données sont utiles pour évaluer la possibilité de produire du biodiesel et de l'éthanol à partir de cultures sélectionnées sur la base de coefficients spécifiques techniques de production. La feuille de saisie de données se compose des sections suivantes:

- La Disponibilité des Matières Premières et des Coûts – L'utilisateur introduit les données des matières premières.
- Coût de Production des Biocarburants et les Paramètres Financiers - L'utilisateur saisit les données des intrants utilisés dans le processus de production (par exemple, les intrants chimiques, les services publics, travail, transport et stockage) ainsi que les paramètres financiers (taux d'actualisation, le taux d'intérêt du prêt, durée du prêt et le taux de prêt).
- Les Paramètres du Travail et de la Terre – L'utilisateur saisit les données aux exigences du travail et de la terre (par exemple : les rendements, le travail manuel et le travail mécanisé) doivent être saisies.

Avant de procéder à l'analyse, l'utilisateur peut charger les valeurs par défaut pour l'exécution de cette composante en cliquant sur "Charger les Valeurs par Défaut" comme le montre la Figure 4, étiquette A.

5.2.1 Disponibilité des matières premières et le coût

Dans cette section, l'utilisateur est invité à choisir les cultures de matières premières utilisées pour la production de biocarburants liquides à partir d'une longue liste d'options⁹. Jusqu'à quatre résidus de

⁹ L'information disponible dans le module *Situation du Pays* peut aider dans le choix de cultures agricoles pour les biocarburants.

récolte peuvent être analysés en même temps. La liste comprend 25 cultures vivrières et commerciales clés, parmi lesquels 13 sont appropriées pour la production de biocarburants liquides: les noix de coco, la jatropha, le colza, le soja, le palmier à huile et le tournesol pour l'huile végétale brute (HVB) pour le biodiesel; et l'orge, le manioc, le maïs, la betterave à sucre, la canne à sucre, le sorgho et le blé pour l'éthanol. Jusqu'à quatre cultures peuvent être choisies en même temps.

Afin de sélectionner les cultures, l'utilisateur doit d'abord décider quel type de biocarburant liquide (biodiesel ou éthanol) sera produit et ensuite décider de quel récolte la matière première sera produite (Figure 4, étiquette 1). Pour chaque culture sélectionnée, l'utilisateur doit entrer¹⁰:

1. La disponibilité totale de la matière première (calculée à partir de *l'Outil Production de Cultures* et exprimée en t/an) (Figure 4, étiquette 2 ; voir la section 8.2.1).
2. Les Prix des matières premières (exprimés en USD par tonne), qui diffèrent en fonction des différents systèmes de production (petits agriculteurs, agriculteurs contractuels ou mélange d'agriculteurs et de – production par soi-même). Il convient de noter que le prix de la production par soi-même découle du coût de production calculé par *l'Outil de Budget de Cultures*, tandis que le prix des matières premières produites par les petits cultivateurs est supposé être le prix du marché sur la base des prix moyens nationaux actuels (Figure 4, étiquette 3 ; voir la section 8.2.1).
3. Le coût de stockage (exprimé en USD par tonne) (Figure 4, étiquette 4) – l'utilisateur a deux options pour déterminer ses données :
 - A. L'utilisateur peut saisir les prix actuels de stockage des produits agricoles dans le pays comme un proxy. Le prix doit être entré dans la cellule respective pour chaque matière première (USD/tonne). Si cette information n'est pas disponible, l'utilisateur passe à l'étape suivante.
 - B. L'utilisateur peut déterminer un proxy pour cette valeur et devra faire ce qui suit:
 - Identifier un type de stockage de matières premières similaire aux conditions de stockage dans son pays à partir des options présentées dans le Tableau 2 ou le Tableau 3. Le Tableau 2 comporte les estimations des coûts de stockage des matières premières qui peuvent être utilisées dans la production d'éthanol et le tableau 3 représente les estimations du Coût de Stockage des matières premières dans des Bacs en Acier
 - Pour l'option de stockage sélectionnée, voir le coût de construction global prévu dans le Tableau 2 ou le Tableau 3.
 - Saisir la valeur approximative (USD/tonne) dans la cellule respective pour chaque matière première.

¹⁰ L'utilisateur peut se référer au Tableau 2 dans l'Annexe (section 8.2) ou les informations nécessaires pour lancer le *Sous-Module Transport* sont récapitulées. Des indications sur le genre et le type d'information qui peuvent être trouvées dans les autres modules et sous-modules sont aussi fournies.

Tableau 2 : Estimer le Coût de Stockage

Estimer du Coût de Stockage	Unité	Min	Moyenne	Max
Structure fermée avec plancher de roche concassée	USD/tonne	10	12.5	15
Structure ouverte avec plancher de roche concassée	USD/tonne	6	7	8
Bâche réutilisable sur pierre concassée	USD/tonne	n/a	3	n/a
En dehors sans protection sur la pierre concassée	USD/tonne	n/a	1	n/a
En dehors sans protection sur le sol	USD/tonne	n/a	0	n/a

Source: (EPA, 2007)

Table 3 : Estimation du Coût de Stockage dans des Bacs en Acier

Capacité de Stockage (t)	Coût sans Plancher (USD/t/an)	Coût avec Plancher en Acier (USD/t/an)	Coût avec Plancher en Béton (USD/t/an)	Coût avec Plancher Ventilé (USD/t/an)	Coût avec Ventilation et Chauffage (USD/t/an)
Noix de Coco	\$ 6.8	\$ 7.3	\$ 7.6	\$ 8.6	\$ 8.9
Jatropha	\$ 5.3	\$ 5.7	\$ 5.9	\$ 6.7	\$ 6.9
Palmier à Huile	\$ 4.8	\$ 5.2	\$ 5.4	\$ 6.2	\$ 6.3
Colza	\$ 4.4	\$ 4.7	\$ 4.9	\$ 5.6	\$ 5.7
Soja	\$ 4.8	\$ 5.2	\$ 5.4	\$ 6.2	\$ 6.3
Tournesol	\$ 9.7	\$ 10.4	\$ 10.8	\$ 12.3	\$ 12.7

Calculé à partir de : (State of Michigan, 2003) et (Agriculture and Rural Development of Alberta, 2014)

SAISIE DE DONNEES POUR LES BIOCARBURANTS LIQUIDES

<< RETOUR
Début

Entrez les Valeurs par Défaut

Effacer les Données

Description du Processus de
Biocarburants Liquides

Demande de
Biocarburants

Utilisez les cellules blanches pour entrer les données Les cellules grises sont utilisées pour les calculs

Disponibilité et Coût des Matières Premières

	Matières premières 1	Matières premières 2	Matières premières 3	Matières premières 4
Matières premières	1 Biodiesel	2 Biodiesel	3 Éthanol	4 Éthanol
Potentiel de matières premières (t/an)	1 Tournesol	2 Soja	3 Canne à sucre	4 Manioc
Coût de matières premières (coût de production) - Production par soi-même (USD/t)	2 31,706	2 45,922	2 500,000	2 180,000
Coût de matières premières (prix de marché) - Agriculteurs contractuels (USD/t)	3 \$ 267.22	3 \$ 229.23	3 \$ 20.00	3 \$ 65.00
Coût de matières premières (prix de marché) - Agriculteurs contractuels (USD/t)	3 \$ 300.21	3 \$ 380.00	3 \$ 35.00	3 \$ 90.00
Coût de stockage des matières premières (USD/t)	4 \$ 0.55	4 \$ 0.55	4 \$ 0.55	4 \$ 0.55
	5 Calculateur de Stockage 1	5 Calculateur de Stockage 2	5 Calculateur de Stockage 3	5 Calculateur de Stockage 4
	6 Coût de Production 1	6 Coût de Production 2	6 Coût de Production 3	6 Coût de Production 4

Figure 4: Saisie des Données pour les Biocarburants: Disponibilité des Matières Premières et le Coût

Afin de calculer les besoins en capacité de stockage, l'utilisateur doit cliquer sur le "Calculateur de Stockage" (Figure 4, étiquette 5). Cela dirige l'utilisateur vers la calculatrice de Stockage de la Biomasse (Figure 5). Sur cette feuille de calcul, l'utilisateur doit:

1. Sélectionner le mois de la moisson (Figure 5, étiquette 1).
2. Saisir le taux de stock de sécurité de la biomasse (%) qui est le pourcentage de biomasse nécessaire pour assurer l'approvisionnement continu en matières premières pour faire face à

l'incertitude de la production telle que la disponibilité saisonnière, les inondations, la sécheresse et d'autres facteurs. Ce taux % est utilisé pour estimer la capacité de stockage (Figure 5, étiquette 2).

3. Cliquer sur "Calculer" (Figure 5, étiquette 3) pour calculer automatiquement la quantité de la capacité de stockage maximale (en tonnes) et de stockage de sécurité minimale (tonnes/mois) requis pour chacune des capacités prédéfinies (Figure 5, étiquette 4).
4. Cliquer sur "OK" pour revenir à la feuille Besoins de Saisie de Données (Figure 5, étiquette 5).
5. Répéter les mêmes étapes pour toutes les matières premières.

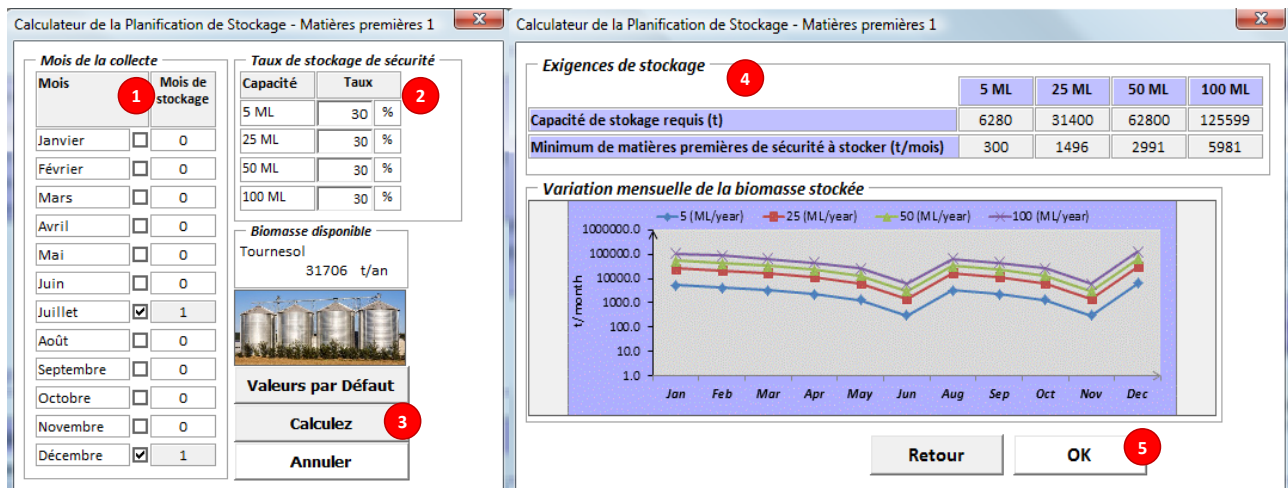


Figure 5: Calculateur de Stockage des Matières Premières

À ce stade, l'utilisateur peut choisir de regarder comment les coûts de production sont structurés, ouvrir la calculatrice de stockage (Figure 4, étiquette 6) ou de continuer à insérer des données dans la feuille de saisie de données. Il est important de rappeler que l'utilisateur peut trouver une explication détaillée de la structure du budget de traitement dans l'Annexe.

5.2.2 Coût de production de biocarburants et les paramètres financiers

Dans cette section, l'utilisateur est invité à entrer les données relatives aux intrants utilisés dans la transformation des matières premières, en particulier: les intrants chimiques, transporteur de chaleur, de l'électricité et de l'eau, et la main-d'œuvre. Des données supplémentaires liées au transport et les coûts de stockage ainsi que d'autres coûts et le prix des coproduits sont également requis ici.

1. Intrants chimiques et les services publics (porteurs de chaleur, eau et électricité)

Les intrants chimiques utilisés dans la transformation des matières premières sont: le méthanol, l'hydroxyde de sodium et de l'hexane pour la production de biodiesel (Figure 8, étiquette 1), l'ammoniac, la levure, l'acide sulfurique, la chaux, l'alpha-amylase et la glucoamylase (Figure 8, étiquette 2) pour la production d'éthanol. L'utilisateur doit entrer le prix des intrants en USD/tonne et peut rechercher en ligne pour les prix courants¹¹. L'utilisateur doit insérer les prix du caloporteur (USD par tonne), de l'eau (USD par m³) et de l'électricité (USD par kWh) utilisés dans le procédé de transformation (Figure 8, étiquette 3).

¹¹ Par exemple, voir <http://www.icis.com/chemicals/channel-info-chemicals-a-z/>.

Coût de Production et Paramètres Financiers					
Intrants chimiques*					
Intrants de biodiesel	USD/t	Entrées de l'éthanol	USD/t	Entrées de l'éthanol	USD/t
Méthanol	\$ 1,000	Ammoniac	\$ 700	Chaux	\$ 130
Hydroxyde de sodium	\$ 580	Levure	\$ 2,300	Alpha-amylase	\$ 5,000
Hexane	\$ 3,000	Acide sulfurique	\$ 400	Glucoamylase	\$ 5,000
http://www.icis.com/chemicals/channel-info-chemicals-a-z/					
Utilitaires					
	Unité				
Transporteur de chaleur	\$ 10.00	USD/t			
Eau	\$ 0.69	USD/m ³			
Electricité	\$ 0.10	USD/kWh			

Figure 6: Saisie des Données pour les Biocarburants: Les Intrants Chimiques et les Services Publics

2. Coût du travail, jours de travail par an et le coût divers

L'utilisateur doit entrer le taux du coût du travail (qualifiés et non qualifiés), en conformité avec les salaires moyens nationaux (exprimé en USD par personne et par heure) (Figure 7, étiquette 1). Le nombre de 300 jours de travail par an a été supposé pour le cas du Malawi (Figure 7, étiquette 2). Toutefois, compte tenu des différences importantes entre les pays en ce qui concerne ce paramètre, l'utilisateur peut insérer le nombre de jours de travail par an qui reflète mieux la réalité du pays.

L'utilisateur doit également indiquer la part de divers coûts exprimée en pourcentage du coût total du travail (Figure 7, étiquette 3). Les frais divers comprennent le coût de l'exploitation fournie et les frais de laboratoire nécessaires à l'activité quotidienne de traitement. Une valeur par défaut de 25% a été choisie.

Coût de Production et Paramètres Financiers			
Main d'oeuvre		Unité	
Ouvrier non qualifié	\$ 1.49	USD/personne-hour	Jours de travail par an: 300
Ouvrier qualifié	\$ 5.06	USD/personne-hour	
Coût Divers (%)	25%		

Figure 7: Saisie de Données pour les Biocarburants: Le Coût du Travail, Jours de Travail par An et les Coûts Divers

3. Les frais de transport

Dans cette section, l'utilisateur doit insérer le coût de transport des matières premières de la ferme à l'usine de traitement (Figure 8, étiquette 1), exprimé en USD par tonne et par kilomètre.

L'analyse ne tient pas compte du coût de transport du produit final de l'usine au point de distribution.

Coût de Production et Paramètres Financiers	
Transport	
	Unité
Matières premières (ferme à l'usine)	\$ 0.10 USD/t/km

Figure 8: Saisie des Données pour les Biocarburants: Les Frais de Transport

4. Paramètres de stockage

L'utilisateur doit entrer le coût de stockage pour les biocarburants (USD par litre et par an) dans le pays (Figure 9, étiquette 1). L'outil fournit une indication générale de cette valeur en fonction du réservoir de stockage, mais cette valeur doit être déterminée par l'utilisateur en fonction de leur situation du pays.

Le taux de biodiesel/éthanol (%) est également défini par l'utilisateur (Figure 9, étiquette 2). Dans une opération industrielle, une partie du produit total est stockée avant le transport et / ou en tant que taux de sécurité de stockage en cas d'arrêt ou d'échec dans la production. La valeur standard pour ceci est de 20-30%.

Coût de Production et Paramètres Financiers			
Stockage		Unité	
Coût de stockage de biodiesel	1	\$ 0.10	USD/l/an
Coût de stockage de l'éthanol		\$ 0.10	USD/l/an
Taux de stockage de biodiesel			20%
Taux de stockage d'éthanol	2		20%

Figure 9: Saisie des Données pour les Biocarburants: Les Paramètres de Stockage

5. Autres frais

Les coûts supplémentaires qui ne peuvent être facilement calculés représentent des estimations. Ceux-ci comprennent:

- Les coûts d'entretien (maintenance des équipements et des dispositifs), calculés comme un pourcentage du coût total de l'amortissement (valeur par défaut est de 20%) (Figure 10, étiquette 1);
- Les frais généraux de l'usine (dépenses générales), exprimés en pourcentage de la somme des coûts de main-d'œuvre et des coûts d'entretien (valeur par défaut est de 20%) (Figure 10, étiquette 2); et
- Les frais généraux et administratifs (loyer, assurance, salaires du personnel de gestion et d'administration), exprimés en pourcentage de la somme des frais généraux des usines, l'entretien, le coût du travail et les autres coûts, sauf les dépenses pour l'achat de la matière première (la valeur par défaut est de 8%) (Figure 10, étiquette 3).

L'utilisateur peut choisir des pourcentages différents en vue de définir un contexte plus réaliste du pays.

Coût de Production et Paramètres Financiers	
Autres coûts	
Maintenance (%)	1 20%
Frais généraux de l'usine (%)	2 30%
Frais généraux et administratifs (%)	3 8%

Figure 10: Saisie des Données pour les Biocarburants Liquides: Les Autres Coûts

6. Prix des coproduits

Les coproduits résultant de l'activité de transformation sont considérés dans la section des entrées générales. Toutefois, étant donné que les gains des coproduits sont les revenus (exprimés en USD par tonne), leur montant total est soustrait des coûts de production totaux. Les coproduits suivants sont considérés: *glycérol brut* et *tourteaux* de la production de biodiesel (Figure 11, étiquette 1) et; des drêches

sèches de distillerie avec solubles (DSDS) de la production d'éthanol à base de manioc (Figure 11, étiquette 2).

Prix des co-produits	Unité	Unité
Glycérol brut 1	\$ 390.00 USD/t	DSDS 2
Tourteaux	\$ 200.00 USD/t	\$ 50.00 USD/t
http://www.icis.com/chemicals/channel-info-chemicals-a-z/		http://www.indexmundi.com/commodities/?commodity=soybean-meal

Figure 11: Saisie des Données pour les Biocarburants: Prix des Coproduits

7. Prix des carburants de transport et la balance commerciale nette

Les combustibles fossiles et les prix des biocarburants liquides sont pris en considération afin de comparer le coût de production des biocarburants liquides avec les prix des sources d'énergie de remplacement (prix international de biocarburants liquides et les prix de l'équivalent de combustibles fossiles).

L'utilisateur est invité à indiquer si le pays considéré dans l'analyse est: importateur ou exportateur net de combustibles fossiles (Figure 12, étiquette 1); importateur net, exportateur net, ou souhaitant exporter des biocarburants liquides (Figure 12, étiquette 2). L'utilisateur doit également indiquer si le port principal est situé à côté de la principale ville du pays (Figure 12, étiquette 3). Selon les choix effectués, l'utilisateur est confronté à différents scénarios avec différentes comparaisons de prix et de données exigées (voir la section 3.3.2).

En ce qui concerne les combustibles fossiles, le prix FOB de l'essence/diesel sera utilisé que si le pays est un importateur net (Figure 12, étiquette 4). Sinon, si le pays est un exportateur net, l'indicateur du prix de sortie d'usine d'essence et du diesel sera considéré. Si le principal port d'entrée des combustibles fossiles ne correspond pas à la ville principale (et donc lieu de consommation) dans le pays, l'utilisateur est invité à tenir compte du coût de transport du port à la ville principale (Figure 12, étiquette 6).

Comme pour les biocarburants liquides, si le pays est un importateur net, le prix FOB du biodiesel/éthanol sera considéré. Sinon, le prix moyen de biodiesel/éthanol à la sortie d'usine sera utilisé¹². En outre, si le principal port d'entrée pour les biocarburants ne correspond pas à la ville principale (et donc lieu de consommation) du pays, l'utilisateur est invité à tenir compte du coût de transport du port à la ville principale (Figure 12, étiquette 6). Enfin, dans le cas d'un pays intéressé par l'exportation, le prix FOB du biodiesel/éthanol auquel est soustrait le coût de transport de la ville principale au port de sortie, doit être envisagé (Figure 12, étiquette 5).

Coût de Production et Paramètres Financiers	
Prix des carburants de transport et la balance commerciale nette	Unité
Bilan nette de la balance commerciale - combustibles fossiles 1	Importateur net
Bilan nette de la balance commerciale - biocarburants 2	Intéresser à l'exporter
Diesel - prix FOB 4	\$ 1.16 USD/l
Essence - prix FOB	\$ 1.21 USD/l
Distance from port to main city 6	150.00 km
Biodiesel - prix FOB 5	\$ 1.05 USD/l
Éthanol - prix FOB	\$ 0.77 USD/l
Est-ce que le principal port est situé dans la ville principale du pays? 3	no

Figure 12: Saisie des Données pour les Biocarburants: Prix des Carburants et la Balance Commerciale Nette

¹² Ceci est utile, par exemple lors de l'évaluation de la compétitivité des matières premières alternatives pour le biodiesel / éthanol déjà produit dans le pays.

8. Paramètres financiers

Un ensemble de paramètres financiers doit être saisi afin d'estimer l'indicateur VAN et TRI.

Tout d'abord, l'utilisateur doit entrer le pourcentage de taux d'actualisation. La valeur par défaut est le taux d'intérêt appliqué par la banque centrale du pays sur les titres publics (Figure 15, étiquette 1).

Deuxièmement, puisque l'outil prend en considération la possibilité de recevoir un prêt pour la réalisation de l'investissement, le taux d'intérêt du prêt (en pourcentage) et le nombre d'années prévues pour le remboursement (terme du prêt) sont pris en compte (Figure 15, étiquette 2). Les outils permettant à l'utilisateur de fixer le montant du prêt à l'aide d'un coefficient spécifique qui peut être inséré pour chaque taille de l'usine (Figure 15, étiquette 3). Le montant du prêt est calculé en pourcentage (ce qu'on appelle le 'ratio de prêt') des coûts d'investissement. Les coûts de l'investissement peuvent être mis à jour à l'aide du 'Plant Index des Coûts' (Figure 15, étiquette 4).

Coût de Production et Paramètres Financiers			
Paramètres financiers		Mise à jour des coûts d'investissement	
Taux d'escompte (%)	1	20%	
Taux d'intérêt du prêt (%)		40%	
Durée du prêt (années)	2	10	
Ratio du prêt		Indice du coût de la plante pendant 5/2014 4 161.00	
5 ML/an		25%	http://base.intratec.us/home/ic-index
25 ML/an	3	20%	
50 ML/an		15%	
100 ML/an		10%	

Figure 13: Saisie des Données pour les Biocarburants: Paramètres Financiers

5.2.3 Paramètres du travail et de la terre

Afin d'estimer les besoins en main-d'œuvre sous différents systèmes de production de biocarburants, l'outil utilise les rendements des cultures (Figure 14, étiquettes 1 et 2), le travail manuel et les paramètres du travail mécanisé (Figure 14, étiquettes 3 et 4). Ces données peuvent être obtenues directement par l'*Outil Budget de Cultures*, pour les différentes cultures de matière première sélectionnées et sous différents systèmes de production (voir section 8.2.1). Cependant, l'utilisateur peut insérer des données qui reflètent mieux la réalité du pays.

A ce stade, l'utilisateur peut choisir de regarder le résumé des résultats comparatifs, ou le résumé des résultats récapitulatifs par matière première ou le résumé des résultats du travail (Figure 14, étiquette 5).

Paramètres de la Main d'Œuvre et de la Terre		Tournesol	Soja	Canne à sucre	Manioc
Rendement des cultures (t/ha)	Agriculteurs contractuels 1	0.85	0.98	50.00	10.00
Travail manuel (personne-jour/ha)	Agriculteurs contractuels	57.00	113.00	30.00	66.00 3
Machines de travail (personne-heure/ha)	Agriculteurs contractuels	0.00	0.00	8.00	0.00
Rendement des cultures (t/ha)	Production par soi-même 2	3.21	5.53	50.00	17.00
Manuel de travail (personne-jour/ha)	Production par soi-même	0.00	0.00	5.00	36.00 4
Travail mécanisé (personne-heure/ha)	Production par soi-même	11.00	13.30	12.00	7.00

5

SUIVANT >> Résumé des Résultats Comparatifs

SUIVANT >> Résumé des Résultats par Matière Premières

SUIVANT >> Résumé des Résultats – Main d'Œuvre

Figure 14: Saisie des Données pour les Biocarburants: Les Paramètres du Travail et de la Terre

5.3 Étape 3 : Les coûts de transformation

Les coûts globaux de production de biocarburants liquides pour tout système de production sont inclus dans la feuille *Cost_Fs* (il y a une feuille pour chaque culture sélectionnée). Cette section fournit une synthèse des informations liées aux matières premières et leur stockage et aux paramètres financiers (Figure 15, étiquettes 1 et 2).

La section qui se rapporte à la distance de transport calcule la distance moyenne de la ferme à l'usine de traitement (Figure 15, étiquette 3) et la quantité de matière première (Figure 15, étiquette 4) pour chaque taille de l'usine.

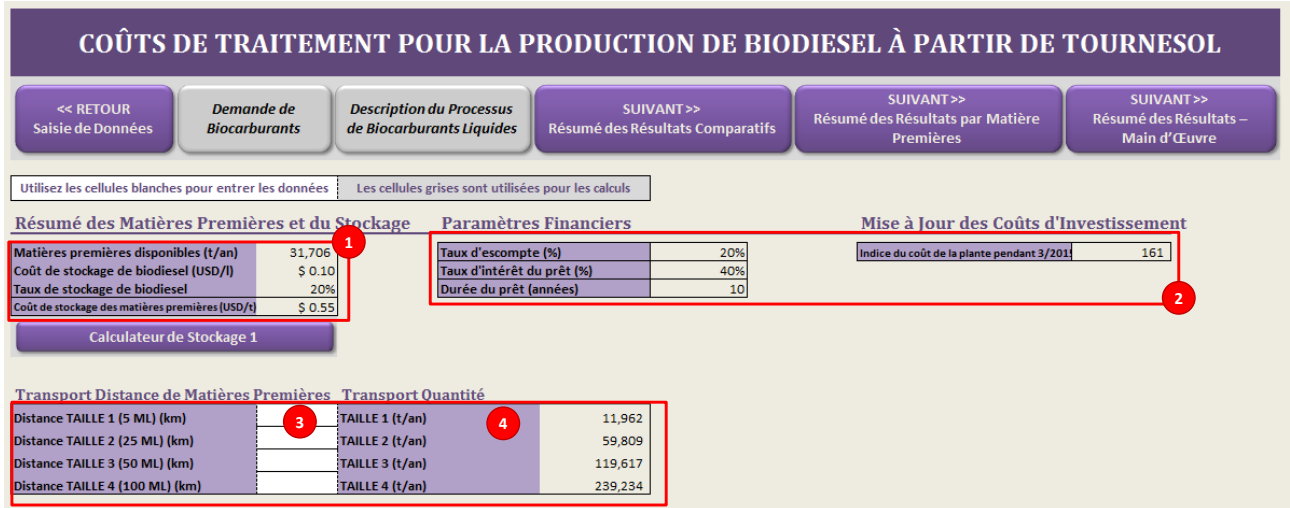


Figure 15: Les Coûts de Transformation pour la Production de Biocarburants Liquides

Les systèmes de production considérés (agriculteurs, la production par soi-même et la production mixte des agriculteurs-propres producteurs) (voir la section 3.2) reflètent les scénarios d'analyse qui peuvent être construits à l'aide de l'outil. Ceci est illustré dans la Figure 16. Comme indiqué précédemment, dans le Scénario 2 (système mixte) la part des différents types d'agriculteurs impliqués dans la production de matières premières pourrait changer selon le contexte du pays (l'utilisateur peut utiliser les boutons "Modifier le Rapport" (Figure 16, étiquette 1) pour faire des ajustements.

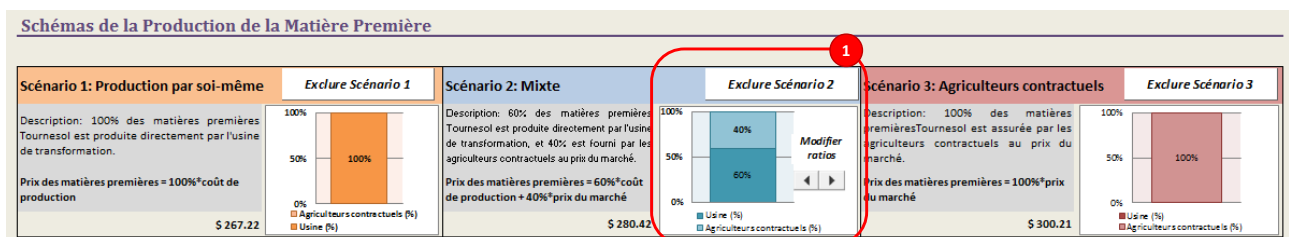


Figure 16: Scénarios de Source de Matière Premières

Le budget lié à la transformation des biocarburants liquides permet de calculer le coût de production du biodiesel et de l'éthanol pour des usines de production de différentes capacités. Le budget de traitement comprend les coûts : des intrants (matières premières), du travail (qualifié et non qualifié), du transport de la ferme à l'usine de transformation, des investissements, des activités de maintenance et du stockage. Les frais supplémentaires tels que les frais généraux de l'usine et administratifs sont également calculés. Ces valeurs sont utilisées pour estimer le coût de production par litre pour chaque taille d'usine. Les résultats

calculés avec cet outil sont à titre indicatifs dans un contexte mondial et sont applicables aux différents pays en développement¹³.

	Capacités (Millions de litres par an)							
	5		25		50		100	
	Heures de fonctionnement par an	8,000	Heures de fonctionnement par an	8,000	Heures de fonctionnement par an	8,000	Heures de fonctionnement par an	8,000
Scénario 1: Production par soi-même	Analyse Financière de Sc 1 (5 ML/an)		Analyse Financière de Sc 1 (25 ML/an)		Analyse Financière de Sc 1 (50 ML/an)		Analyse Financière de Sc 1 (100 ML/an)	
Scénario 2: Mixte	Analyse Financière de Sc 2 (5 ML/an)		Analyse Financière de Sc 2 (25 ML/an)		Analyse Financière de Sc 2 (50 ML/an)		Analyse Financière de Sc 2 (100 ML/an)	
Scénario 3: Agriculteurs contractuels	Analyse Financière de Sc 3 (5 ML/an)		Analyse Financière de Sc 3 (25 ML/an)		Analyse Financière de Sc 3 (50 ML/an)		Analyse Financière de Sc 3 (100 ML/an)	

Matières premières	Unité	Prix unitaire (USD)	Quantité (Unité)	Total (USD/an)	Quantité (Unité)	Total (USD/an)	Quantité (Unité)	Total (USD/an)	Quantité (Unité)	Total (USD/an)
Tournesol Scénario 1	t	\$ 267,22	11,962	\$ 3,196,411	59,809	\$ 15,982,057	119,617	\$ 31,964,115	239,234	\$ 63,928,230
Tournesol Scénario 2	t	\$ 280,42	11,962	\$ 3,354,258	59,809	\$ 16,771,292	119,617	\$ 33,542,584	239,234	\$ 67,085,167
Tournesol Scénario 3	t	\$ 300,21	11,962	\$ 3,591,029	59,809	\$ 17,955,144	119,617	\$ 35,910,287	239,234	\$ 71,820,574

Total des Coûts de Production (USD/an)											
		Total (USD/an)	Total (USD/h)	Total (USD/an)	Total (USD/h)	Total (USD/an)	Total (USD/h)	Total (USD/an)	Total (USD/h)	Total (USD/an)	Total (USD/h)
Scénario 1											
Total des coûts d'opérations		\$ 5,753,949	\$ 1.15	\$ 25,345,652	\$ 1.01	\$ 50,202,052	\$ 1.00	\$ 100,198,808	\$ 1.00	\$ 100,198,808	\$ 1.00
Total des coûts fixes		\$ 1,709,856	\$ 0.34	\$ 2,220,780	\$ 0.09	\$ 2,867,052	\$ 0.06	\$ 4,019,183	\$ 0.04	\$ 4,019,183	\$ 0.04
Total des autres charges		\$ 996,262	\$ 0.20	\$ 1,477,778	\$ 0.06	\$ 2,243,748	\$ 0.04	\$ 3,865,792	\$ 0.04	\$ 3,865,792	\$ 0.04
Total des coûts de production scénario 1 (USD/an)		\$ 8,460,167		\$ 29,044,210		\$ 55,312,852		\$ 108,083,784			
Total des coûts de production scénario 1 (USD/l)			\$ 1.69		\$ 1.16		\$ 1.11		\$ 1.08		\$ 1.08
Scénario 2											
Total des coûts d'opérations		\$ 5,311,796	\$ 1.18	\$ 26,134,887	\$ 1.05	\$ 51,780,521	\$ 1.04	\$ 103,355,746	\$ 1.03	\$ 103,355,746	\$ 1.03
Total des coûts fixes		\$ 1,709,856	\$ 0.34	\$ 2,220,780	\$ 0.09	\$ 2,867,052	\$ 0.06	\$ 4,019,183	\$ 0.04	\$ 4,019,183	\$ 0.04
Total des autres charges		\$ 996,262	\$ 0.20	\$ 1,477,778	\$ 0.06	\$ 2,243,748	\$ 0.04	\$ 3,865,792	\$ 0.04	\$ 3,865,792	\$ 0.04
Total des coûts de production scénario 2 (USD/an)		\$ 8,618,014		\$ 29,833,445		\$ 56,891,321		\$ 111,240,721			
Total des coûts de production scénario 2 (USD/l)			\$ 1.72		\$ 1.19		\$ 1.14		\$ 1.11		\$ 1.11
Scénario 3											
Total des coûts d'opérations		\$ 6,148,566	\$ 1.23	\$ 27,318,739	\$ 1.09	\$ 54,148,224	\$ 1.08	\$ 108,091,153	\$ 1.08	\$ 108,091,153	\$ 1.08
Total des coûts fixes		\$ 1,709,856	\$ 0.34	\$ 2,220,780	\$ 0.09	\$ 2,867,052	\$ 0.06	\$ 4,019,183	\$ 0.04	\$ 4,019,183	\$ 0.04
Total des autres charges		\$ 996,262	\$ 0.20	\$ 1,477,778	\$ 0.06	\$ 2,243,748	\$ 0.04	\$ 3,865,792	\$ 0.04	\$ 3,865,792	\$ 0.04
Total des coûts de production scénario 3 (USD/an)		\$ 8,854,784		\$ 31,017,297		\$ 59,259,024		\$ 115,976,128			
Total des coûts de production scénario 3 (USD/l)			\$ 1.77		\$ 1.24		\$ 1.19		\$ 1.16		\$ 1.16

Figure 17: Structure du Budget: Les Coûts de Traitement

¹³ ASPEN Plus™ V7.1 (<http://www.aspentech.com/products/aspem-plus.aspx>) est un logiciel de simulation de procédé de transformation et a été utilisé dans le développement du traitement technique des modèles pour la production de 5, 25, 50, 100 millions de litres par an.

6 Hypothèses et Limites du *Sous-Module Transport*

Avant de commencer l'analyse, l'utilisateur doit se familiariser avec les hypothèses et les limites de l'outil. Par conséquent, il devrait prendre ces limites en considération lors de l'analyse et surtout l'interprétation des résultats.

Les hypothèses de base du *Sous-Module Transport* sont:

1. La taille des usines et la durée de vie de l'investissement. Quatre tailles différentes d'usine de traitement (avec des capacités annuelles de 5, 25, 50 et 100 millions de litres) sont considérées. La durée de vie de l'investissement est de 20 ans.
2. la demande de travail. L'estimation de l'impact potentiel de la production de biodiesel/éthanol sur la demande de travail concerne les travailleurs qui seront employés dans la production de matières premières et dans les activités de transformation. Tandis que les personnes qui travaillent dans le transport de matière première de la ferme à l'usine et des biocarburants liquides de l'usine de production aux zones de distribution ne sont pas pris en compte.
3. Les autres hypothèses. 300 jours de travail par an est le nombre retenu. Toutefois, l'utilisateur peut insérer un numéro différent afin de tenir compte des différences du pays.

Les principales limites du *Sous-Module Transport* sont:

1. Forme et niveau d'analyse: L'outil lui-même ne prend pas en compte l'analyse spatiale, mais ne fournit que des éléments quantitatifs qui peuvent être utilisés dans l'analyse. En outre, les valeurs par défaut fournies par l'outil ne représentent qu'une moyenne au niveau du pays et donc ne met pas en valeur les différences aux niveaux sous-nationaux et locaux. Pour l'évaluation au niveau sous-national ou pour l'évaluation spatiale, l'utilisateur doit fournir des données spécifiques.
2. L'utilisation des bases de données GAEZ. L'aptitude des terres et les rendements potentiels associés sont modélisés et présentés avec la résolution de 5 minutes d'arc¹⁴. Les informations présentes dans l'outil BEFS RA contiennent des informations agrégées sur les rendements potentiels pour la production agricole pluviale de 26 cultures pour trois types de classes (moyenne du pays, très haute/haute et moyenne) et sous trois niveaux d'entrée (seulement 10 cultures sont adaptées pour la production de biocarburants liquides: noix de coco, jatropha, colza, soja, palmier à huile et tournesol pour l'huile végétale pure et le biodiesel, et l'orge, le manioc, le maïs, la betterave à sucre, canne à sucre, le sorgho et le blé pour l'éthanol).
3. Choix du régime de production de matières premières. Comme déjà expliqué dans le sous-paragraphe 3.2 ci-dessus, dans l'outil trois régimes différents sont pris en considération, à savoir "production par soi-même", "agriculteurs contractuels" et "production par soi-même - agriculteurs contractuels mélangés". Dans le régime "mixte", on suppose que les agriculteurs produisent 40% de la charge nécessaire pour fournir différentes tailles de végétaux (cultivateurs utilisent un niveau d'intrants en fonction de la façon dont le rendement actuel de la culture sélectionnée obtenu dans le domaine de l'analyse correspond au niveau des intrants de GAEZ), et les 60% restants sont fournis par les propres producteurs (qui utilisent uniquement des niveaux de technologie hauts pour les intrants). Toutefois, les parts entre le type d'agriculteurs dans la production de matières premières pourraient changer en fonction du contexte du pays. Par conséquent, dans les fiches de

¹⁴ Chaque cellule (pour laquelle la classe la plus convenable est présentée) représente approximativement une surface de terre de 10x10km.

Cost_Fs l'utilisateur a la possibilité de définir dans la simulation le poids du système de production a utilisé (voir la section 5.3 et Figure 16).

4. La demande de travail est estimée en référence uniquement aux emplois directs qui pourraient être générés par la production de biocarburants liquides (les personnes qui travaillent dans des exploitations agricoles pour la production de matières premières et les travailleurs employés dans les secteurs de fabrication et traitement des matières premières) et peuvent être sous-estimés. En fait, la demande totale de travail devrait également inclure l'emploi indirect qui est généralement calculé à partir des tableaux d'entrées-sorties économiques.

7 Les Résultats du *Sous-Module Transport*

Ces paragraphes montrent tous les résultats du *Sous-Module Transport*. L'analyse porte sur la rentabilité de la production de biocarburants liquides en utilisant différentes cultures de matière première par rapport au prix équivalent du diesel/essence et au prix international des biocarburants liquides. Ces prix sont des prix de rentabilité, à savoir des prix correspondant au point où les coûts et les revenus sont égaux (bénéfice est égal à zéro). Un coût inférieur de production de biocarburants liquides au seuil de rentabilité indique que la production de biocarburants liquides est rentable.

Les résultats sont présentés dans des fichiers Microsoft Excel, tel que présenté ci-dessous:

- 1) Résumé des résultats par matière première;
- 2) Résumé des résultats - comparatifs;
- 3) L'analyse du travail

7.1 Résumé des résultats par matière première

Au haut de la feuille de calcul, un résumé des résultats des données calculées est signalé. « La sélection des matières premières » indique la culture agricole sélectionnée. Par exemple, dans la Figure 18, l'étiquette 1 se réfère à la production de biodiesel à partir du tournesol tandis que l'étiquette 2 montre le coût de production pour chaque régime sélectionné. En ce qui concerne chaque régime de production, dans la Figure 18 l'étiquette 3 présente une fenêtre (appelé Inclure Scénario) où l'utilisateur a la possibilité de montrer les résultats du projet sélectionné dans le Résumé des résultats par feuille de matières premières. En outre, il est utile de préciser que l'utilisateur, quel que soit le moment, est en mesure d'aller à la feuille de saisie de données (Figure 18, étiquette 4), ou d'aller à des feuilles qui montrent la structure du budget de traitement (Figure 18, étiquette 5). Enfin, les autres résultats sont inclus dans le résumé des résultats-comparatifs et l'analyse du Travail (Figure 18, étiquette 6).

Différents indicateurs de rentabilité économique de la production de biocarburants liquides par type de matière première sont ensuite présentés dans les différentes sections de cette feuille de calcul:

- a) Le Coût de Production et la Section d'Investissement met l'accent sur la comparaison entre le coût de production du biodiesel / d'éthanol obtenu par les usines de différentes tailles et le prix équivalent du diesel / essence;
- b) La Section des Résultats d'Exploitation rapporte les besoins de la biomasse pour chaque culture par rapport à la disponibilité de la biomasse nationale, le nombre d'usines qui pourraient être mises en œuvre sur la base de la disponibilité de la biomasse, la production maximale possible de biodiesel /

éthanol étant donné la biomasse disponible et le nombre de nouveaux emplois qui pourraient être créés par la mise en place de l'usine;

- c) La Section de l'Analyse Financière montre les résultats de l'évaluation financière pour chaque usine par l'application de la VAN et TRI.

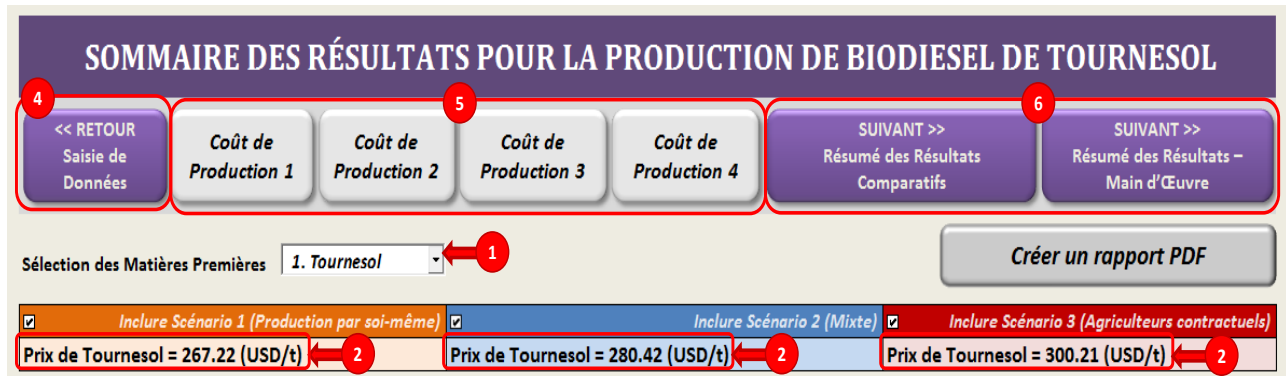


Figure 18: Résumé des Résultats par Matière Première

7.1.1 Les coûts de production et les résultats de placement

Dans cette section, une comparaison entre les coûts de production de biocarburants et les prix des sources d'énergie de remplacement ainsi que les coûts d'investissement pour toutes les tailles d'usine est montrée.

Les prix équivalent de combustibles fossiles et les prix internationaux des biocarburants liquides sont comparés avec les coûts de production des biocarburants sous n'importe quel régime de production afin d'évaluer leur rentabilité. La Figure 19 montre le cas d'un pays importateur net de combustibles fossiles (étiquette 1) et se réfère à la production de biodiesel à base de tournesol. Étant donné que le Malawi est un importateur net, le prix équivalent FOB du diesel est utilisé (Figure 19, étiquette 3) et la comparaison est faite entre les coûts de production et le prix FOB de biodiesel (Figure 19, étiquette 4). L'utilisateur peut également décider d'inclure la valeur des coproduits dans les coûts de production en cliquant sur la fenêtre correspondante (Figure 19, étiquette 5). L'outil permet également à l'utilisateur de comparer une série de coûts de production correspondant à des usines de différentes tailles (Figure 19, étiquettes 6 et 7).

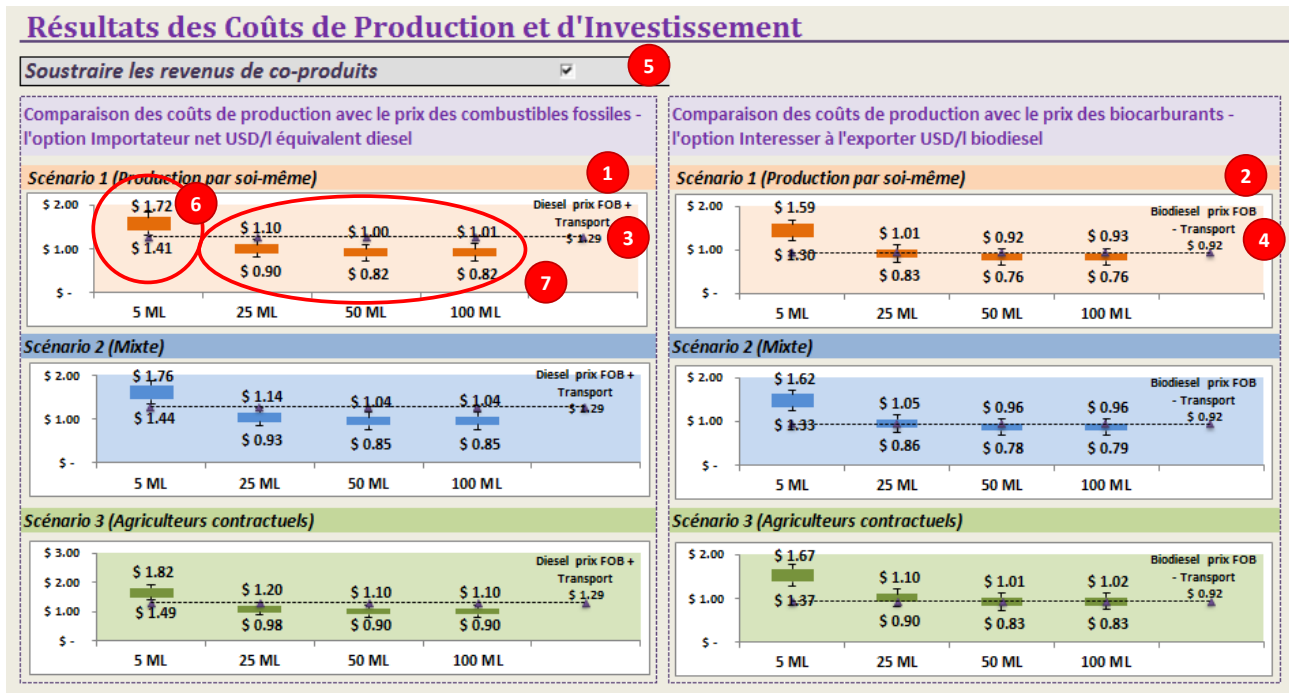


Figure 19: Coûts de Production et Résultats des investissements: Comparaison des Carburants Fossiles et des Biocarburants

Figure 20 (étiquette 1) montre les coûts d'investissement totaux de mise en œuvre de la production par les plantes de tailles différentes (5, 25, 50, 100 millions de litres).

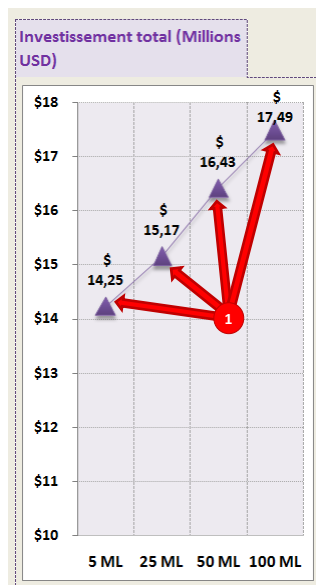


Figure 20: Coûts de Production et les Résultats d'Investissement: Les Investissements Selon la Taille de l'Usine

La section suivante montre la composition du coût de production pour toutes les tailles d'usines sélectionnées et pour tout système de production. La Figure 21 montre les différents éléments qui composent le coût de production des différents systèmes de production d'une usine: les matières premières, d'autres intrants chimiques, l'énergie, l'amortissement l'entretien, et les autres coûts. Par

exemple, dans le cas de la production de biodiesel à partir de tournesol, la matière première est le principal contributeur du coût global de la production de biocarburants.

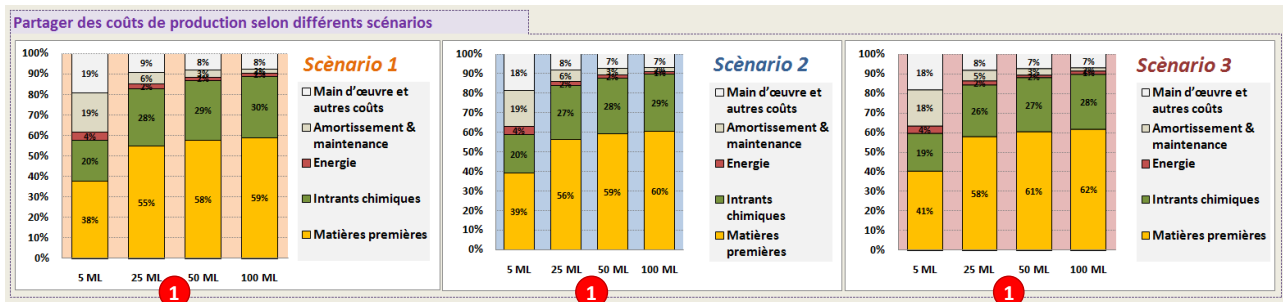


Figure 21: Coûts de Production et les Résultats d'Investissement: Part des Coûts de Production Selon Différents Scénarios

Dans tous les systèmes de production, les installations de grandes taille se révèlent être plus compétitives que celles de plus petites tailles, bien que la transition de 25 à 50 millions de litres et de 50 à 100 millions de litres présentent une réduction plus faible en termes de coûts de production que entre 5 et 25 millions de litres (Figure 19, étiquette 7). La Figure 19 montre le fort avantage des usines avec une capacité annuelle de plus de 5 millions de litres.

7.1.2 Les résultats d'exploitation

Cette section présente des informations sur la possibilité de produire des biocarburants basée sur la disponibilité des matières premières pour chaque culture sélectionnée.

La Figure 22 montre si les exigences de la biomasse (étiquette 1) pour chaque taille d'usine peuvent être satisfaites par la biomasse disponible (étiquette 2): la production n'est possible que pour les installations pour lesquelles les exigences sont inférieures à la biomasse disponible.

De plus, la Figure 22 comprend le nombre d'usine qui peuvent potentiellement être fournies en matières premières dépendamment de la disponibilité en ressources naturelles à des fins bioénergétiques. Pour l'exemple du Malawi, il serait possible de mettre en œuvre, pour le biodiesel à base de tournesol, 2 usines de 5 millions de litres (étiquette 3), alors qu'il est impossible d'installer une usine de 25, 50 ou 100 millions de litres (étiquette 4). Davantage d'informations concernant les tailles des installations sont indiquées au-dessus de la figure. Il est important pour l'utilisateur de noter que si la biomasse est disponible pour une certaine taille d'usine alors une phrase indiquant cette information sera marquée en vert. Si ce n'est pas le cas, alors la phrase sera soulignée en rouge (étiquette 5).

La même Figure 22 montre la production maximale de biodiesel réalisable pour les cultures sélectionnées sur la base du montant total requis pour respecter le mélange obligatoire indiqué dans la feuille de la Demande de Biocarburants (voir cible la production de biocarburants dans le pays, sous-paragraphe 5.1). Dans cet exemple, la production de biocarburants à base de tournesol est complètement faisable pour atteindre le montant requis (étiquette 6). Dans la Figure 20, la quantité totale de combustible liquide qui peut être produite à partir des cultures sélectionnées est également rapportée (étiquette 7).

Enfin, la figure indique le nombre d'emplois créés dans le traitement biodiesel / éthanol pour toute taille d'usine (étiquette 8).

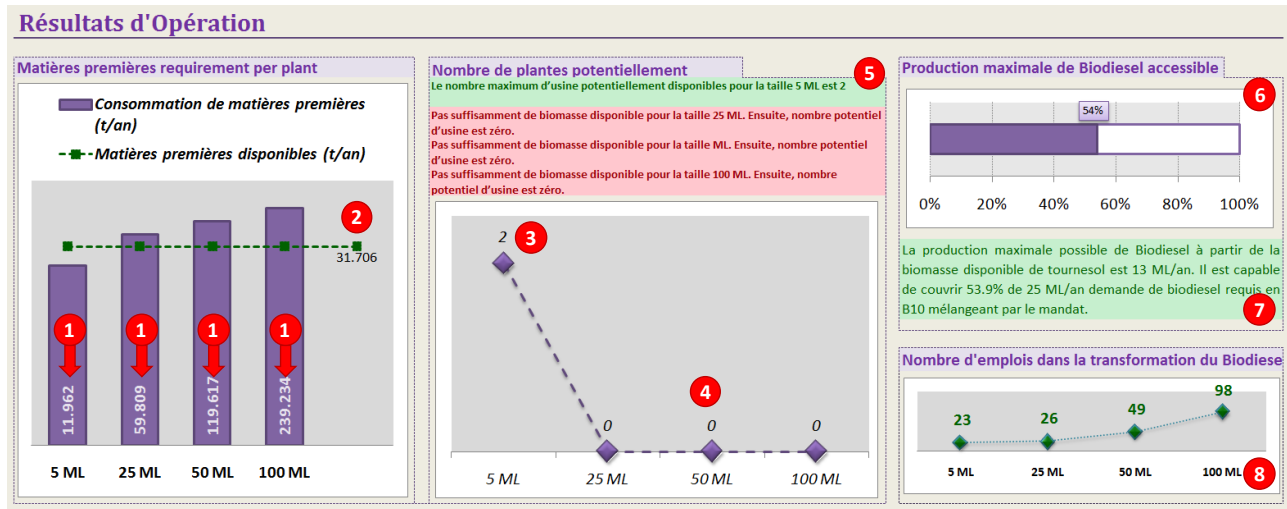


Figure 22: Les Résultats d'Exploitation: La Consommation de Matières Premières, le Nombre de Plantes, la Production de Biocarburants

7.1.3 Les résultats de l'analyse financière

L'information présentée dans cette section vise à fournir à l'utilisateur un résumé des paramètres financiers liés à la production de biocarburants liquides: VAN et le TRI.

Lors de l'utilisation de l'indice VAN, le critère de sélection est de considérer favorablement tous les investissements d'une valeur actualisée nette supérieure à zéro, lorsqu'ils sont escomptés à un taux d'actualisation approprié, qui est le plus souvent le coût d'opportunité du capital. L'exemple indiqué dans la Figure 23 montre que la production de biocarburants liquides est plus rentable pour les usines de grandes tailles. En effet, la VAN est négative pour une usine de 5 millions de litres (Figure 23), montrant que cette taille d'usine ne représente pas un investissement rentable, bien au contraire, la VAN est positive pour les usines de grandes tailles (Figure 23).

Lorsque vous utilisez le TRI, le critère de sélection est d'accepter tous les projets indépendants avec un taux de rendement interne supérieur au taux d'actualisation retenu, qui est généralement le coût d'opportunité du capital. Dans l'exemple présenté ici (Figure 23), TRI augmente avec l'augmentation des dimensions de l'usine. Le graphique montre qu'il existe une corrélation stricte entre la VAN et le TRI: celui-ci est nul lorsque le premier est négatif.

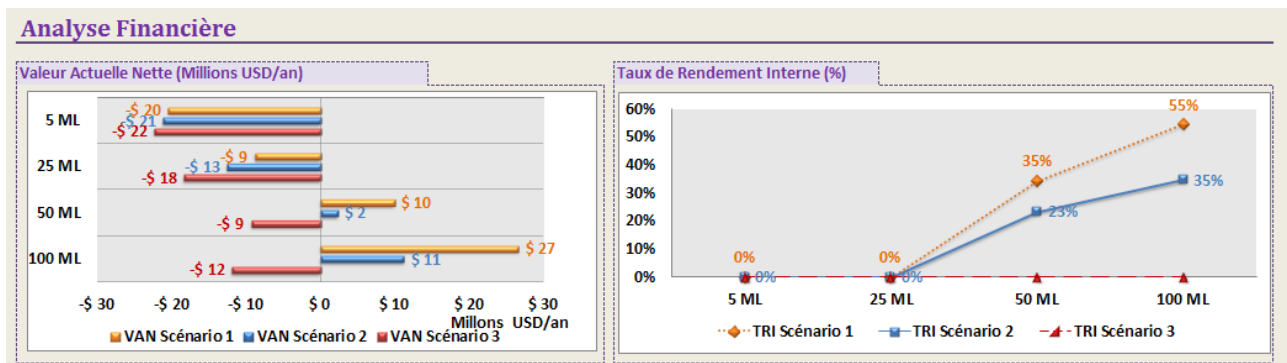


Figure 23: Les Indicateurs Financiers de la Production de Biocarburants Liquides

7.2 Résumé des résultats comparatifs

Dans le fichier lie au Résumé des Résultats par Matières Premières, il est possible de regarder les résultats en sélectionnant une culture à la fois, mais dans le fichier lie au Résumé des Résultats-Comparatifs tous les résultats clés pour les quatre cultures ciblées sont simultanément rapportés. Les indicateurs suivants sont signalés: la production maximale de biocarburants qui peut être atteinte; le nombre d'usine potentiellement approvisionnée; une comparaison des coûts de production, la VAN et le TRI.

La production maximale de biocarburants réalisables indique si la quantité de biocarburants liquides obtenus à partir des cultures sélectionnées est suffisante pour respecter le montant prévu dans le mélange obligatoire inclus dans la Demande de Biocarburants (voir la production de biocarburants ciblée dans le pays, sous-paragraphe 5.1). Dans l'exemple rapporté concernant le Malawi, la production d'éthanol à base du sorgho et du maïs ainsi que la production de biodiesel à base de tournesol et d'huile de palme sont possibles pour la quantité de biocarburant considérée (Figure 24, étiquette 1).

Le nombre d'usines potentiellement approvisionnées est fondée sur la quantité de biomasse disponible, la taille des installations sélectionnées et les cultures ciblées (Figure 24, étiquettes 2 à 4).

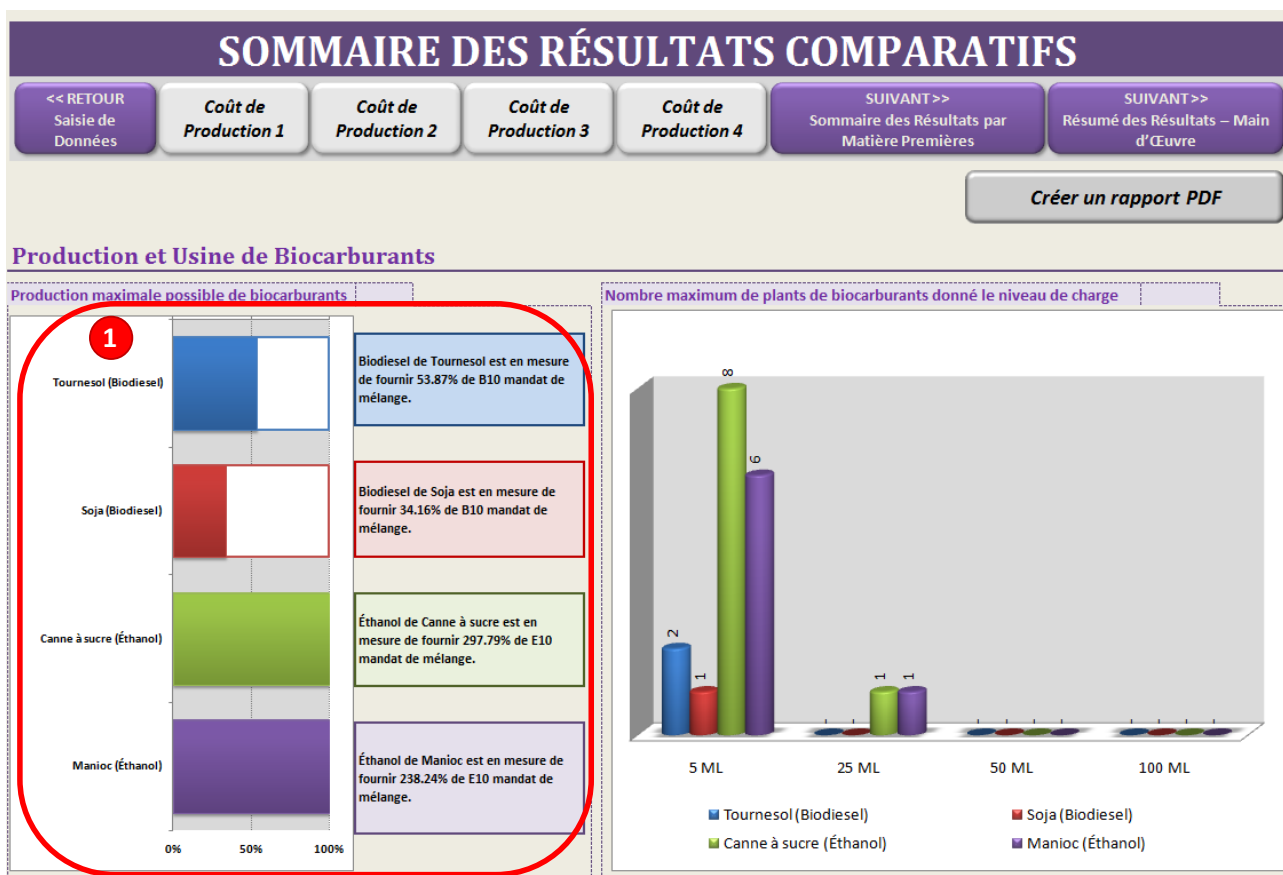


Figure 24: Production et le Nombre de Plantes Biocarburants Maximale Atteignable Potentiellement Fournis

Figure 25 présente les résultats globaux des coûts de production (étiquette 1) et analyse financière (étiquette 2) pour le biodiesel produit à base de tournesol et d'huile de palme et pour l'éthanol produit à partir de sorgho et de maïs dans un système mixte. Les coûts de production de biodiesel/éthanol sont comparés avec les prix des biocarburants liquides et les combustibles fossiles (Figure 25, étiquettes 3 et 4).

Si les coûts de production sont compétitifs le nombre est souligné en vert sinon il le sera en rouge (étiquette 5).

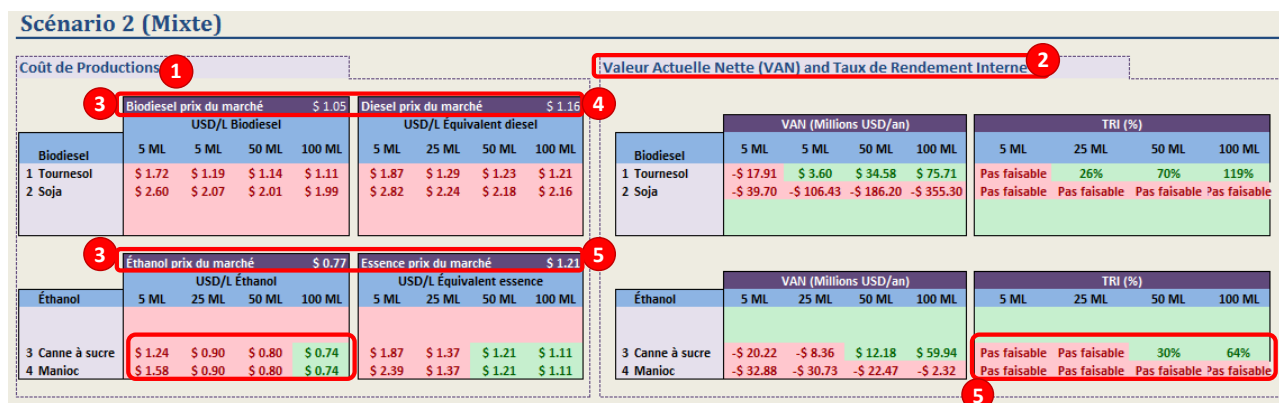


Figure 25: Résumé des Résultats Comparatifs (Comparaison entre les Coûts de Production, la VAN et le TRI)

7.3 Analyse du travail

Cette feuille présente les résultats spécifiques liés à l'impact de la production de biocarburants sur la demande de main-d'œuvre et sur l'utilisation des terres¹⁵.

Dans cette section, l'utilisateur est en mesure de comparer le nombre estimé de travailleurs et la superficie requise pour la transformation et la production de biocarburants. Comme l'utilisateur doit identifier la taille de l'usine appropriée au haut de la feuille Excel, une taille d'usine peut être examinée à la fois (Figure 26, étiquette 1). La Figure 26 montre une fenêtre où l'utilisateur est en mesure de sélectionner les cultures de matière première à inclure (étiquette 2). Par exemple, l'utilisateur peut mettre en évidence deux cultures de matières premières sélectionnées pour le biodiesel et d'éthanol. Une autre option est de montrer toutes les cultures de matière première sélectionnées comme indiqué dans les Figure 26 et 27.



Figure 26: Analyse du Travail et les Besoins en Terres

L'utilisateur peut estimer ici le nombre total de personnes potentiellement employées (dans et hors ferme) à la suite de la mise en place de différentes tailles d'usines sous différents systèmes de production. Figure 27 présente les résultats de la simulation pour le Malawi. Sur le côté gauche de la Figure 27 (étiquette 1), sont présentés les résultats pour le régime des petits agriculteurs, tandis que dans le milieu et sur le côté

¹⁵ On prévoit que la production de biocarburants va créer des opportunités d'emploi, tant au niveau de la ferme qu'au niveau du processus de transformation. En outre, le nombre de terre utilisée pour la production de matières premières est calculé sur la base de la quantité de matière première nécessaire à l'alimentation des usines de différentes tailles sous différents régimes de production.

droit, l'utilisateur peut comparer, respectivement, les résultats pour les systèmes de production mixtes et production par soi-même (étiquettes 2 et 3). Il est à noter que, en général, lorsque la charge totale est produite par l'usine elle-même (régime de production par soi-même), le nombre de nouveaux emplois potentiellement créés tend à être plus faible que dans les autres systèmes.

Par conséquent, lors du changement du régime de production par soi-même au régime de production mixte (où une augmentation du nombre de petits agriculteurs est impliquée), les prestations sociales en termes d'augmentation de la demande de travail seront générées. L'utilisateur doit prendre en compte le fait que, comme ceci a déjà été souligné dans la section : les hypothèses et Limites, la demande de travail est estimée, en référence aux emplois directs (participations dans l'agriculture et les travailleurs dans les secteurs de la fabrication pour le traitement des matières premières et la conversion des biocarburants). Cela pourrait conduire à une sous-estimation de la demande de main-d'œuvre totale en raison de l'exclusion de l'emploi indirect.

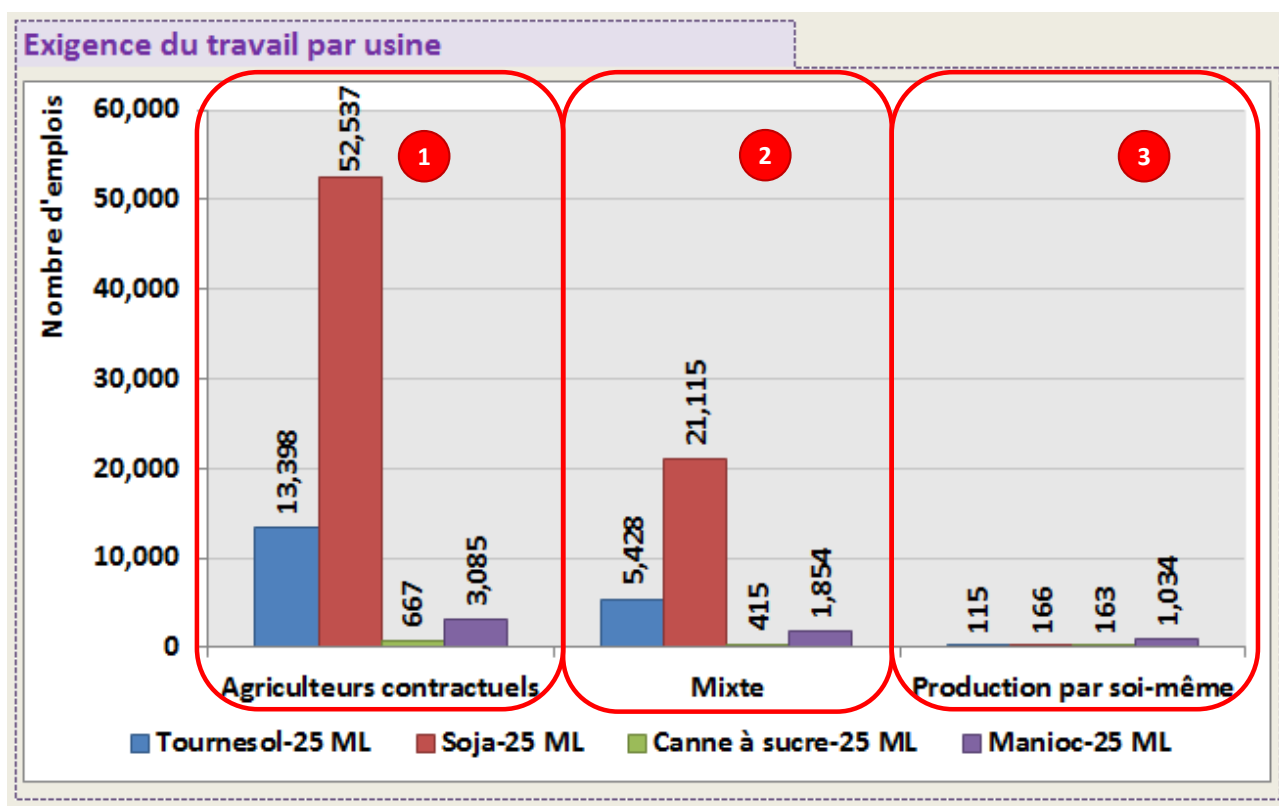


Figure 27: Les Possibilités d'Emploi Liées à la Production de Biocarburants

La figure précédente montre le nombre de travailleurs employé si la production de biocarburants liquides est mise en œuvre dans le pays. Les estimations de l'impact potentiel de la production de biodiesel / éthanol sur la demande de travail ont été présentées pour les différentes tailles d'usine, les cultures de matières premières et les systèmes de production.

L'information présentée dans la Figure 28 vise à fournir à l'utilisateur le nombre de personnes qui seraient employées aux différents niveaux de la chaîne (les données se réfèrent à une usine de 25 litres). Pour chaque taille d'usine, de matière première agricole et de système de production, ce chiffre indique la proportion de travailleurs qui seront impliqués dans la production de biocarburants à la fois à la ferme et dans les usines. La figure indique que, lorsqu'un nombre croissant de petits cultivateurs est impliqué dans la production de matières premières, la main-d'œuvre utilisée dans diverses opérations agricoles

(préparation du sol, ensemencement et autres opérations) est plus élevée que celle impliquée dans les opérations de traitement dans l'usine.

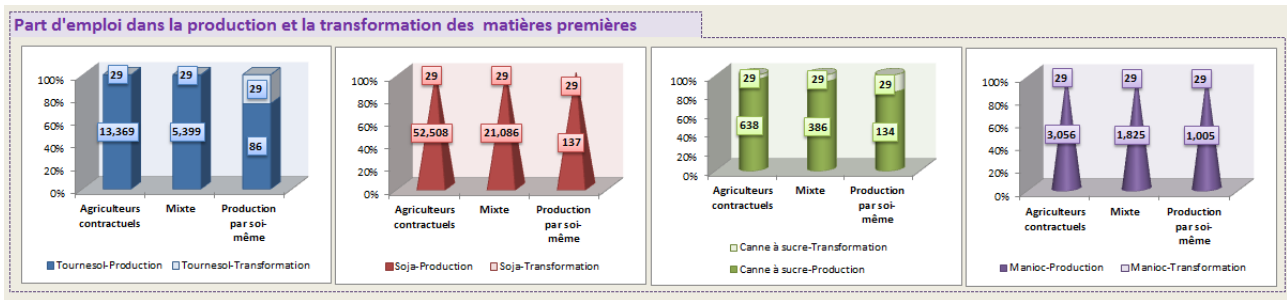


Figure 28: Part des Emplois de Traitement de l'Agriculture

Dans cette feuille de calcul, l'utilisateur peut également trouver des informations sur la quantité de terre nécessaire pour produire la matière première essentielle pour alimenter les usines de transformation des biocarburants. Par exemple, la Figure 29 fait référence à une usine de 25 millions de litres. Au haut de cette figure les résultats liés au régime propre de production sont présentés (étiquette 1), tandis que, au milieu et au bas du terrain respectivement sont présentes le système de production mixte (étiquette 2) et le système de production petits agriculteurs (étiquette 3). Le régime des petits cultivateurs nécessite beaucoup plus de terre que le régime production par soi-même puisque les agriculteurs produisent des matières premières avec un niveau d'entrée plus élevé.

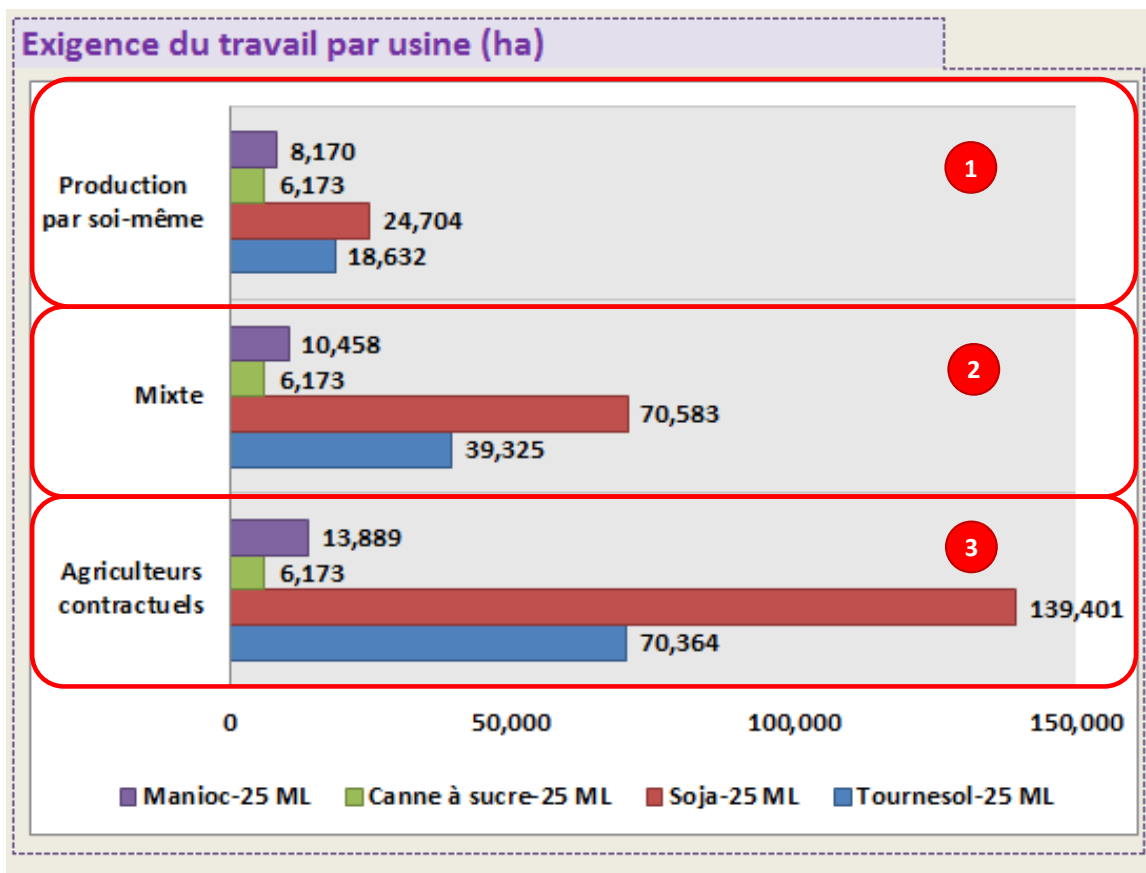


Figure 29: Comparaison des Exigence des Terres

8 Annexe

8.1 Méthodologie et Résultats

Cette section décrit la méthodologie intégrée dans les sections biodiesel/de l'éthanol du *Sous-Module Transport* et comprend une description des bases de données utilisées dans l'analyse. Les bases de données ne sont pas visibles pour l'utilisateur, mais leur structure et leur contenu peut être important pour ceux qui vont les mettre à jour et / ou travailler sur l'amélioration de l'outil.

8.1.1 Structure du budget de la transformation: calcul des coûts de production de biocarburants liquides

i. Intrants

L'énergie et les données du bilan de masse pour la production de biodiesel et d'éthanol ainsi que les capacités spécifiques ont été obtenues à partir de ASPEN Plus TM V7.1. Ces données ont été utilisées pour générer les données nécessaires pour chaque capacité de l'usine sélectionnée (5, 25, 50, 100 millions de litres par an) tel que présenté dans le tableau suivant. Certaines données diffèrent pour le biodiesel et l'éthanol.

			Capacités (Million)			
			5		25	
			Heures de fonctionnement par an 8,000		Heures de fonctionnement par an 8,000	
Scénario 1: Production par soi-même			Analyse Financière de Sc 1 (5 ML/an)		Analyse Financière de Sc 1 (25 ML/an)	
Scénario 2: Mixte			Analyse Financière de Sc 2 (5 ML/an)		Analyse Financière de Sc 2 (25 ML/an)	
Scénario 3: Agriculteurs contractuels			Analyse Financière de Sc 3 (5 ML/an)		Analyse Financière de Sc 3 (25 ML/an)	
Matières premières	Unité	Prix unitaire (USD)	Quantité (Unité)	Total (USD/an)	Quantité (Unité)	Total (USD/an)
Tournesol Scénario 1	t	\$ 267.22	11,962	\$ 3,196,411	59,809	\$ 15,982,057
Tournesol Scénario 2	t	\$ 280.42	11,962	\$ 3,354,258	59,809	\$ 16,771,292
Tournesol Scénario 3	t	\$ 300.21	11,962	\$ 3,591,029	59,809	\$ 17,955,144
Autres intrants chimiques	Unité	Prix unitaire (USD)	Quantité (Unité)	Total (USD/an)	Quantité (Unité)	Total (USD/an)
Hydroxyde de sodium	t/an	\$ 580	50	\$ 29,191	192	\$ 111,505
Méthanol	t/an	\$ 1,000	749	\$ 748,562	2,838	\$ 2,837,550
Eau	m ³ /an	\$ 0.69	3,169	\$ 2,186	14,483	\$ 9,993
Hexane	t/an	\$ 3,000	302	\$ 905,992	1,737	\$ 5,211,288
Intrants énergétiques	Unité	Prix unitaire (USD)	Quantité (Unité/an)	Total (USD/an)	Quantité (Unité/an)	Total (USD/an)
Electricité	kWh/an	\$ 0.10	2,390,188	\$ 239,019	2,544,546	\$ 254,455
Transporteur de chaleur	t/an	\$ 10	11,139	\$ 111,386	37,290	\$ 372,904
Sous-total				\$ 2,036,337		\$ 8,797,695

Figure 30: Structure du Budget: Matière Première, Intrants Chimiques, les Apports Énergétiques

Il existe trois options de source pour les prix des matières premières. L'outil fournit à l'utilisateur une grille pour sélectionner le prix de la matière première en fonction du niveau d'implication de l'usine et des producteurs dans la production de matières premières (Figure 30).

La mise à jour des prix des matières premières chimiques, peut être trouvée sur <http://www.icis.com/chemicals/channel-info-chemicals-az/> (Figure 30). Le prix des matières premières locales doit être fourni par l'utilisateur.

Le fluide caloporteur est de la vapeur à basse pression. La vapeur à basse pression peut être produite en utilisant une chaudière de bas niveau technologique, où le prix unitaire représente son coût de production (Figure 30).

ii. Les coûts du travail et frais divers

Pour le calcul de la main-d'œuvre, il a été supposé que l'usine de biodiesel est opérationnelle 24 heures par jour pendant 333 jours par an, ou a équivalence 8000 heures par an, tandis que les 35 jours restants sont employés à des tâches de maintenance. Le fonctionnement quotidien de l'usine a été divisé en trois cycles de changement de 8 heures chacun, et pour chaque cycle le nombre de travailleurs a été calculé sur la base de la règle rapporté par Van Gerpen (2008). Cette règle stipule qu'il est nécessaire de prendre en compte au moins 1 travailleur non qualifié pour chaque 1 million de gallons de biodiesel. De la même manière, le nombre de travailleurs qualifiés devrait être d'au moins 1 pour chaque 4 travailleurs non-qualifiés.

	Capacités (Million)			
	5		25	
	Heures de fonctionnement par an 8,000		Heures de fonctionnement par an 8,000	
Scénario 1: Production par soi-même	Analyse Financière de Sc 1 (5 ML/an)		Analyse Financière de Sc 1 (25 ML/an)	
Scénario 2: Mixte	Analyse Financière de Sc 2 (5 ML/an)		Analyse Financière de Sc 2 (25 ML/an)	
Scénario 3: Agriculteurs contractuels	Analyse Financière de Sc 3 (5 ML/an)		Analyse Financière de Sc 3 (25 ML/an)	

Travail et le coût divers	Unité	Prix unitaire (USD/hour)	Quantité (Unité)	Total (USD/an)	Quantité (Unité)	Total (USD/an)
Ouvrier non qualifié	# employé	\$ 1.49	18	\$ 214,560	21	\$ 250,320
Ouvrier qualifié	# employé	\$ 5.06	5	\$ 202,400	5	\$ 202,400
Coûts divers			25%	\$ 104,240	25%	\$ 113,180
Sous-total				\$ 521,200		\$ 565,900

Figure 31: Structure du Budget: Le Travail et les Frais Divers

Frais divers (US \$/an)

Les frais divers comprennent le coût des fournitures d'exploitation et les frais de laboratoire nécessaires pour le traitement quotidien de biodiesel. Par conséquent, 25% du coût total du travail a été établi par défaut pour couvrir cette dépense, et est identifié comme pourcentage divers, à savoir:

$$\text{Frais divers (US\$/an)} = \text{Pourcentage Divers (\%)} * \text{Coût Total de Travail (US\$/an)}$$

iii. Le transport de matières premières

La valeur correspondante au transport de matières premières des fermes aux usines de production résulte de la multiplication du prix unitaire (USD par t) à la quantité (km) par tonne de matières premières (Figure 32).

			Capacités (Million)			
			5		25	
			Heures de fonctionnement par an 8,000		Heures de fonctionnement par an 8,000	
Scénario 1: Production par soi-même			Analyse Financière de Sc 1 (5 ML/an)		Analyse Financière de Sc 1 (25 ML/an)	
Scénario 2: Mixte			Analyse Financière de Sc 2 (5 ML/an)		Analyse Financière de Sc 2 (25 ML/an)	
Scénario 3: Agriculteurs contractuels			Analyse Financière de Sc 3 (5 ML/an)		Analyse Financière de Sc 3 (25 ML/an)	
Transportation	Unité	Prix unitaire (USD/t/Unité)	Quantité (Unité)	Total (USD/an)	Quantité (Unité)	Total (USD/an)
Matières premières (ferme à l'usine)	km	\$ 0.10	-	\$ -	-	\$ -
Sous-total				\$ -		\$ -

Figure 32: Structure du Budget: Prix du Transport des Matières Premières

iv. Les coûts d'amortissement et d'entretien

L'amortissement a été calculé selon la méthode de l'amortissement linéaire. On suppose que ce dernier va se déprécier par une quantité constante sur toute sa durée de vie économique ou lors de sa période de dépréciation. Les coûts d'investissement individuels sont prédéfinis pour chaque taille d'usine. Les valeurs pour les coûts d'investissement spécifiques ont été calculées pour chacune des capacités établies (5, 25, 50 et 100 millions de litres par an) à l'aide du Aspen Economic Analyzer V 7.1 tool (<http://www.aspentech.com/products/aspen-icarus-process-evaluator.aspx>).

			Capacités (Million)			
			5		25	
			Heures de fonctionnement par an 8,000		Heures de fonctionnement par an 8,000	
Scénario 1: Production par soi-même			<i>Analyse Financière de Sc 1 (5 ML/an)</i>		<i>Analyse Financière de Sc 1 (25 ML/an)</i>	
Scénario 2: Mixte			<i>Analyse Financière de Sc 2 (5 ML/an)</i>		<i>Analyse Financière de Sc 2 (25 ML/an)</i>	
Scénario 3: Agriculteurs contractuels			<i>Analyse Financière de Sc 3 (5 ML/an)</i>		<i>Analyse Financière de Sc 3 (25 ML/an)</i>	

Investissement	Unité	Années	Total (USD)	Amortissement (USD/an)	Total (USD)	Amortissement (USD/an)
Équipement	USD	20	\$ 1,722,375	\$ 86,119	\$ 1,955,068	\$ 97,753
Bâtiments	USD	10	\$ 9,556,177	\$ 955,618	\$ 10,062,307	\$ 1,006,231
Frais d'installation	USD	10	\$ 2,969,316	\$ 296,932	\$ 3,156,077	\$ 315,608
Investissement total			\$ 14,247,868		\$ 15,173,453	
			Total des amortissements	\$ 1,338,668	Total des amortissements	\$ 1,419,592
Coût de maintenance		20%		\$ 267,734		\$ 283,918.37
Sous-total				\$ 1,606,402		\$ 1,703,510

Figure 33: Structure du Budget: Les Coûts d'Investissement et d'Entretien

Coût de maintenance (US \$/an)

Le coût de la maintenance de tous les équipements et appareils a été établi par défaut à 10% de l'amortissement annuel total de l'investissement. The maintenance cost of all equipment and devices was established by default as 10% of the total annual depreciation of the investment.

$$\text{Coût de Maintenance (US\$/an)} = \text{Pourcentage de Maintenance (\%)} * \text{Coût Total de l'Amortissement (US\$/an)}$$

v. Coût de stockage

			Capacités (Million)			
			5		25	
			Heures de fonctionnement par an 8,000		Heures de fonctionnement par an 8,000	
Scénario 1: Production par soi-même			<i>Analyse Financière de Sc 1 (5 ML/an)</i>		<i>Analyse Financière de Sc 1 (25 ML/an)</i>	
Scénario 2: Mixte			<i>Analyse Financière de Sc 2 (5 ML/an)</i>		<i>Analyse Financière de Sc 2 (25 ML/an)</i>	
Scénario 3: Agriculteurs contractuels			<i>Analyse Financière de Sc 3 (5 ML/an)</i>		<i>Analyse Financière de Sc 3 (25 ML/an)</i>	

Stockage	Unité	Prix unitaire (USD)	Quantité (Unité)	Total (USD/an)	Quantité (Unité)	Total (USD/an)
Matières premières (biomasse)	t	\$ 0.55	6,280	\$ 3,454	31,400	\$ 17,270
Biodiesel product	litre	\$ 0.10	1,000,000	\$ 100,000	5,000,000	\$ 500,000
Sous-total				\$ 103,454		\$ 517,270

Figure 34: Structure du Budget: Coût de Stockage

vi. Frais divers

Les frais généraux des usines sont des dépenses générales définies comme une charge à la production de services, aux installations, les frais salarial et sont établis par défaut à 50% des coûts de main-d'œuvre et d'entretien totaux.

Les Coûts Généraux des Usines (US\$/an) = Frais Généraux (%) * (Coûts de la Maintenance (US\$/an) + Coût Total de la Main-d'œuvre (US\$/an))

Les frais généraux et administratifs (loyer, assurances, salaires du personnel de gestion et du personnel administratif) sont exprimés en pourcentage de la somme des frais généraux des usines, de l'entretien, de coûts totaux de la main-d'œuvre et d'autres coûts, sauf les dépenses pour l'achat de matières premières (valeur par défaut est de 8%).

Les Frais Généraux et Administratifs (US\$/an) = Pourcentage des Général et Administratif (%) + Coûts de la Maintenance (US\$/an) + Coût de la Main-d'œuvre (US\$/an) + Coût des Intrants Totaux Partiels (US\$/an)

			Capacités (Million)	
			5	25
			Heures de fonctionnement par an 8,000	Heures de fonctionnement par an 8,000
Scénario 1: Production par soi-même			Analyse Financière de Sc 1 (5 ML/an)	Analyse Financière de Sc 1 (25 ML/an)
Scénario 2: Mixte			Analyse Financière de Sc 2 (5 ML/an)	Analyse Financière de Sc 2 (25 ML/an)
Scénario 3: Agriculteurs contractuels			Analyse Financière de Sc 3 (5 ML/an)	Analyse Financière de Sc 3 (25 ML/an)
Autres coûts	Unité	Taux (%)	Total (USD/an)	Total (USD/an)
Frais généraux de l'usine	USD	30%	\$ 205,408	\$ 220,992
Généraux et administratifs	USD	8%	\$ 242,454	\$ 789,480
Intérêts du prêt (USD)	USD		\$ 548,500	\$ 467,306
Sous-total			\$ 996,362	\$ 1,477,778

Figure 35: Structure du Budget: Les Frais Généraux de l'Usine, le Coût Général et Administratif

	Capacités (Million)			
	5		25	
	Heures de fonctionnement par an	8,000	Heures de fonctionnement par an	8,000
Scénario 1: Production par soi-même	Analyse Financière de Sc 1 (5 ML/an)		Analyse Financière de Sc 1 (25 ML/an)	
Scénario 2: Mixte	Analyse Financière de Sc 2 (5 ML/an)		Analyse Financière de Sc 2 (25 ML/an)	
Scénario 3: Agriculteurs contractuels	Analyse Financière de Sc 3 (5 ML/an)		Analyse Financière de Sc 3 (25 ML/an)	
Total des Coûts de Production (USD/an)				
	Total (USD/an)	Total (USD/l)	Total (USD/an)	Total (USD/l)
Scénario 1				
Total des coûts d'opérations	\$ 5,753,949	\$ 1.15	\$ 25,345,652	\$ 1.01
Total des coûts fixes	\$ 1,709,856	\$ 0.34	\$ 2,220,780	\$ 0.09
Total des autres charges	\$ 996,362	\$ 0.20	\$ 1,477,778	\$ 0.06
Total des coûts de production scénario 1 (USD/an)	\$ 8,460,167		\$ 29,044,210	
Total des coûts de production scénario 1 (USD/l)		\$ 1.69		\$ 1.16
Scénario 2				
Total des coûts d'opérations	\$ 5,911,796	\$ 1.18	\$ 26,134,887	\$ 1.05
Total des coûts fixes	\$ 1,709,856	\$ 0.34	\$ 2,220,780	\$ 0.09
Total des autres charges	\$ 996,362	\$ 0.20	\$ 1,477,778	\$ 0.06
Total des coûts de production scénario 2 (USD/an)	\$ 8,618,014		\$ 29,833,445	
Total des coûts de production scénario 2 (USD/l)		\$ 1.72		\$ 1.19
Scénario 3				
Total des coûts d'opérations	\$ 6,148,566	\$ 1.23	\$ 27,318,739	\$ 1.09
Total des coûts fixes	\$ 1,709,856	\$ 0.34	\$ 2,220,780	\$ 0.09
Total des autres charges	\$ 996,362	\$ 0.20	\$ 1,477,778	\$ 0.06
Total des coûts de production scénario 3 (USD/an)	\$ 8,854,784		\$ 31,017,297	
Total des coûts de production scénario 3 (USD/l)		\$ 1.77		\$ 1.24

Figure 36: Structure du Budget: Coût Total de Production

8.1.2 La structure du budget : estimation des exigences de la main-d'œuvre et de la terre

Afin de déterminer l'impact potentiel de la production de biocarburants sur les possibilités d'emploi, une méthodologie a été construite pour saisir les coefficients de main-d'œuvre, les conversions de biocarburants et d'autres intrants nécessaire pour l'exploitation des usines de production d'éthanol et de biodiesel pour ensuite les traduire en opportunité potentielle d'emploi. Le résultat final comprend les travailleurs impliqués dans la production de matières premières et ceux dans l'exploitation de l'usine de traitement. Les travailleurs qui traitent avec le transport de matières premières ne sont pas inclus. L'estimation du nombre d'emplois potentiellement employés est basée sur le calcul suivant:

Nombre d'emploi (homme/an) = [travail dans la ferme (manuel + mécanisé) + travail dans l'usine (qualifié + non-qualifié)]

Où :

$$\text{travail dans la ferme (homme/an)} = \{[(\text{terre nécessaire (ha)} * \text{coefficient de la main-d'œuvre manuel (homme jour/ha)}) + ((\text{terre nécessaire (ha)} * \text{coefficient de main-d'œuvre mécanisée (homme/jour)})] / \text{jour de travail pendant un an (jour)}\}$$

et

travail dans l'usine (homme/an) = travail qualifié (homme/an) + travail non-qualifié (homme/an)

L'estimation de l'impact potentiel de la production de biodiesel / éthanol sur les exigences terrestres est basée sur le calcul suivant :

terre nécessaire (ha) = [taille de l'usine (millions de litres)/rendement(t/ha)/conversion de biocarburant (l/t)]

8.2 Les données requises pour l'exécution du *Sous-Module Transport*

Le **Tableau 4** comporte Les données requises pour l'exécution du *Sous-Module Transport*.

Tableau 4: Les Données Requises pour l'Exécution du *Sous-Module Transport*

Les données requises	<p>Provenant D'autres composants BEFS RA (voir section 8.2.1)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Coûts de matières premières: pour chaque culture (USD/t), soit un prix de marché pour le système de production «petits agriculteurs» et le coût de production pour le système de production par soi-même (à partir de <i>l'Outil le Budget des Cultures</i>) • Coefficients de travail: main-d'œuvre manuel (homme-jour/ha) et le travail avec les machines (homme-heures / ha) pour les différentes cultures, niveau d'intrants (élevé, moyen et faible). Coefficients de travail pour les activités liées à la production de matières premières, telles que la préparation du sol, l'ensemencement, le travail sur le terrain et la récolte (à partir de <i>l'Outil le Budget des Cultures</i>) • Les exigences du travail qualifié et non qualifié (homme/année) pour les cultures et tailles différentes d'usines (à partir de <i>l'Outil le Budget des Cultures</i>) • Rendement (t/ha) pour les différentes cultures de GAEZ (à partir de <i>l'Production de Cultures</i>) <p>Des données supplémentaires sont nécessaires</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prix d'autres matières premières: les réactifs chimiques (USD/t), l'eau (USD/m³), l'électricité (USD/KWh) et les caloporteurs (USD/t) • Les coûts du travail: les salaires des travailleurs qualifiés et non qualifiés (USD par employé et par heure) et frais divers (25% des coûts totaux de main-d'œuvre par défaut) • Coût du transport de matières premières de la ferme à l'usine de traitement (USD par tonne par km) <ul style="list-style-type: none"> • Le coût du transport (USD par tonne par km) • La distance moyenne de la ferme à l'usine de traitement pour chaque taille d'installation (km) • Les coûts de stockage et le taux de stock de sécurité (pour les matières premières et les biocarburants liquides) <ul style="list-style-type: none"> • Taux de stock des matières premières (en pourcentage) ; coût de stockage des matières premières (USD/t) • Taux de stock de biocarburants liquides (en pourcentage); coût de stockage des biocarburants liquides (USD/litre) • Autres coûts: frais généraux de l'usine (50 % des coûts d'entretien et de main-d'œuvre), frais généraux et administratifs (8 % de la somme des frais généraux de l'usine, entretien, cout total de la main-d'œuvre et des intrants) par défaut • Prix des combustibles fossiles et des biocarburants liquides <ul style="list-style-type: none"> • Prix national des combustibles fossiles, du diesel et de l'essence (USD/litre) • Prix international des combustibles fossiles, du diesel et de l'essence (USD/litre) • Prix équivalent du combustible fossile (USD/litre) • Prix international de biocarburants liquides (éthanol et biodiesel) (USD/litre) • Paramètres financiers <ul style="list-style-type: none"> • Taux d'actualisation (%) • Taux d'inflation (%) • L'inflation des prix des matières premières (%) • Changement du coût du travail (%) • La faible et moyenne part des intrants dans la production faite par les petits agriculteurs • La Part immobilier/petits agriculteurs dans le système de production de matières premières • Nombre de jours ouvrables/an
-----------------------------	---

8.2.1 Résultats de la Composante des Cultures utilisées dans le Sous-Module Transport

Comme déjà mentionné dans les sections 5.2.1 et 8.2, les étiquettes 2 et 3 de la Figure 37 représentent les résultats de la Composante des Cultures BEFS RA.

SAISIE DE DONNEES POUR LES BIOCARBURANTS LIQUIDES

Utilisez les cellules blanches pour entrer les données | Les cellules grises sont utilisées pour les calculs

Disponibilité et Coût des Matières Premières

	Matières premières 1	Matières premières 2	Matières premières 3	Matières premières 4
Potential de matières premières (t/an)	31,706	45,922	500,000	180,000
Coût de matières premières (coût de production) - Production pour soi (USD/t)	\$ 267.02	\$ 229.23	\$ 20.00	\$ 65.00
Coût de matières premières (prix de marché) - Agriculteurs contractuels (USD/t)	\$ 300.00	\$ 380.00	\$ 35.00	\$ 90.00
Coût de stockage des matières premières (USD/t)	\$ 0.55	\$ 0.55	\$ 0.55	\$ 0.55

Buttons: Calculateur de Stockage 1-4, Coût de Production 1-4

Figure 37: Sous-Module Transport - La Disponibilité des Matières Premières et le Coût

Plus précisément, l'étiquette 2 est un résultat provenant de l'Outil Production de Cultures, où les volumes supplémentaires de la matière première sélectionnée à partir de l'intensification, les changements cultures-à-cultures et l'extensification sont présentés. Dans le cas de cultures oléagineuses, l'utilisateur doit entrer la part supplémentaire de matière première qui doit être utilisée pour la production de biodiesel pour le transport et de l'huile végétale pure pour l'électricité et/ou le chauffage (Figure 38).

Définir la répartition des cultures pour le transport et l'électrification rurale

	Culture 1	Culture 2	Culture 3	Culture 4	
	Tournesol	Soja	Sélectionnez	Sélectionnez	
TOTAL	t/an	63,412	91,844	0	0
Transport					
<i>(cultures qui seront utilisés pour la production de biodiesel et d'éthanol)</i>					
Type de biocarburants	biodiesel	biodiesel	ethanol	ethanol	
% du total	50%	50%			
t/an	31,706	45,922	0	0	
Électrification rurale					
<i>(cultures qui seront utilisés pour la production d'huile végétale brute pour l'électrification rurale)</i>					
Type de biocarburants	SVO	SVO	-	-	
% du total	50%	50%			
t/an	31,706	45,922	0	0	

Figure 38: L'Outil Production de Cultures – La Feuille de Calcul des Résultats de Production des Cultures

Les coûts de production calculés par l’Outil de Budget des Cultures dans la feuille de Résumé des Résultats sont présentés dans la Figure 39. Label 3 (Coût des matières premières - Production par soi-même) de la Figure 37 est déterminé par certains de ces résultats. Plus précisément, le coût de production élevé des intrants est supposé être lié au système production par soi-même d'exploitation (Figure 39, étiquette 1) tant dis que pour l’étiquette 3 (Coût des matières premières – Petits agriculteurs) de la Figure 37, les résultats utilisés dans la feuille Excel Résumé des Résultats est la valeur définie par l'utilisateur (Figure 39, étiquette 2).

		CULTURE 1: Tournesol			
Unité		Défini par l'utilisateur	Intrant bas	Intrant intermédiaire	Intrant élevée
Rendement	t/ha	3 0.85	0.93	1.73	4 3.21
Prix à la ferme	USD/t	300.00	300.00	300.00	300.00
RÉSULTATS DU BUDGET					
Revenu (A) = (Rendement*Prix à la ferme)	USD/ha	255.00	279.67	518.67	961.91
Total des coûts des intrants	USD/ha	123.66	126.17	249.45	460.84
Total des coûts des travail	USD/ha	85.50	97.98	179.75	333.10
Total des coûts variables (B) = (Frais d'intrant + Travail)	USD/ha	209.16	224.15	429.20	793.94
Marge brute (GM) = (A - B)	USD/ha	45.84	55.51	89.47	167.98
Total des coûts fixes (C)	USD/ha	40.00	40.00	40.00	40.00
Intérêts sur les fonds de roulement (D)	USD/ha	6.02	6.46	12.36	22.87
Coûts totaux (E) = (B + C + D)	USD/ha	255.18	270.61	481.56	856.80
Marge nette avant impôt (GM - C - D)	USD/ha	-0.18	9.06	37.10	105.11
Coût de production (E / Rendement)	USD/t	2 300.21	290.28	278.54	1 267.22
Rendement du capital (A / Intrants et coûts de main-d'œuvre)		1.22	1.25	1.21	1.21
EXIGENCES DU TRAVAIL					
Travail totale manuel (F)	day/ha	5 57	65	40	6 0
Travail totale de machines (G)	hour/ha	0.0	0.0	4.0	11.1

Figure 39: L’Outil Production de Cultures – La Feuille Résumé des Résultats

Étiquettes 1 à 4 (pour les petits cultivateurs et la production par soi-même) de la Figure 40 sont également des résultats de l’Outil Budget de Cultures (Figure 39, étiquettes 3 à 6).

Paramètres de la Main d'Œuvre et de la Terre		Tournesol	Soja	Canne à sucre	Manioc
Rendement des cultures (t/ha)	Agriculteurs contractuels 1	0.85	0.98	50.00	10.00
Travail manuel (personne-jour/ha)	Agriculteurs contractuels	57.00	113.00	30.00	66.00
Machines de travail (personne-hour/ha)	Agriculteurs contractuels	0.00	0.00	8.00	0.00
Rendement des cultures (t/ha)	Production par soi-même 2	3.21	5.53	50.00	17.00
Manuel de travail (personne-jour/ha)	Production par soi-même	0.00	0.00	5.00	36.00
Travail mécanisé (personne-hour/ha)	Production par soi-même	11.00	13.30	12.00	7.00

5 SUIVANT >>
Résumé des Résultats Comparatifs

SUIVANT >>
Résumé des Résultats par Matière Premières

SUIVANT >>
Résumé des Résultats – Main d'Œuvre

Figure 40: Sous-Module Transport - Des Paramètres du Travail et de la Terre

En outre, pour le système de production des petits agriculteurs, le choix du rendement et des conditions de travail associé dépendent du rendement défini par l'utilisateur et où il se situe par rapport aux rendements potentiels sous différents scénarios : faibles intrants, intrants intermédiaires et intrants élevés:

- A. Si le rendement définie par l'utilisateur est proche du rendement potentiel du scénario faibles intrants, on suppose que les agriculteurs seront capables de se déplacer vers le niveau d'intrants intermédiaire et réaliser le rendement associé;
- B. Si le rendement définie par l'utilisateur est proche du rendement potentiel de du scénario intrants intermédiaire, on suppose que les agriculteurs seront en mesure de se déplacer vers le haut niveau d'intrants et réaliser le rendement associé; et
- C. Si le rendement défini par l'utilisateur est proche du rendement potentiel du scénario de niveau d'intrants élevé, on suppose que les agriculteurs vont produire à ce niveau d'intrants et obtenir le rendement lié.

9 Références

Agriculture and Rural Development of Alberta. (2014). "Bushel / Tonne Converter." from <http://www.agriculture.alberta.ca/app19/calc/crop/bushel2tonne.jsp>.

De Benedictis, M. and V. Cosentino. 1976. *Economia dell'azienda agraria*. Il Mulino Editore

Esposti, R. 2008. "Food, feed & fuel: biocarburanti, mercati agricoli e politiche." Working paper n. 8, Gruppo 2013

FAO. 2010. *Bioenergy and Food Security: The BEFS Analysis for Tanzania*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. Available at: <http://www.fao.org/docrep/012/i1544e/i1544e00.htm>

FAO. 2011. *Bioenergy and Food Security Criteria and Indicators: Smallholders in Global Bioenergy Value Chains and Certification- Evidence from three case studies*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. Available at: <http://www.fao.org/docrep/015/i2597e/i2597e00.pdf>

Gittinger, J. Price. 1982. *Economic analysis of agricultural projects*. Second Edition. EDI Series in Economic Development

NREL. 2009. "Biodiesel Handling and Use Guide". Fourth Edition. NREL/TP-540-43672. Revised January 2009. Colorado, USA.

Nowatzki, J., Swenson, A. and Wiesenborn, D.P. 2007. *Small-scale Biodiesel Production and Use*. North Dakota State University and U.S. Department of Agriculture cooperating

Rural Livelihood Development Company (RLDC). 2008. Sunflower Sector: Market Development Strategy. Available at: www.rldc.co.tz/docs/sunflower.pdf

Rural Livelihood Development Company (RLDC). 2011. Action Learning among Sunflower Oil Processors for Systemic Change. Presentation at M4P Hub Conference 7 – 9 November 2011, Brighton, UK. Available at: www.m4phub.org/userfiles/file/Braison%20Salisali%20Consort.pdf

Rordorf, J. 2011. Opportunities for a sustainable rural energy supply through renewable energies in developing countries. Master Thesis Berlin School of Economics and Law. Available at http://www.better-is.com/files/Master_thesis_Rordorf.pdf

Squire, L., van der Take and G. Herman. 1975. *Economic Analysis of Projects*. A World Bank Research Publication. Published for the World Bank by The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London

Schmidhuber, J. 2008. "Domanda di bioenergia, mercati agricoli e sicurezza alimentare". La Questione Agraria numero 1 - 2008, Franco Angeli editore

State of Michigan. (2003). "Grain Bins and Tanks." from http://www.michigan.gov/documents/Vol1-27GrainBinsandTanks_120836_7.pdf.

Van Gerpen, J. 2008. "Biodiesel Economics. Biodiesel Education." University of Idaho, College of Agriculture and Life Sciences.

Wiskerke, W. T., Dornburg, V., Rubanza, C. D. K., Malimbwi, R. E. and P. C. "Faaij. 2010. Cost/benefit analysis of biomass energy supply options for rural smallholders in the semi-arid eastern part of Shinyanga Region in Tanzania." *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(1), 148–165. doi:10.1016/j.rser.2009.06.001