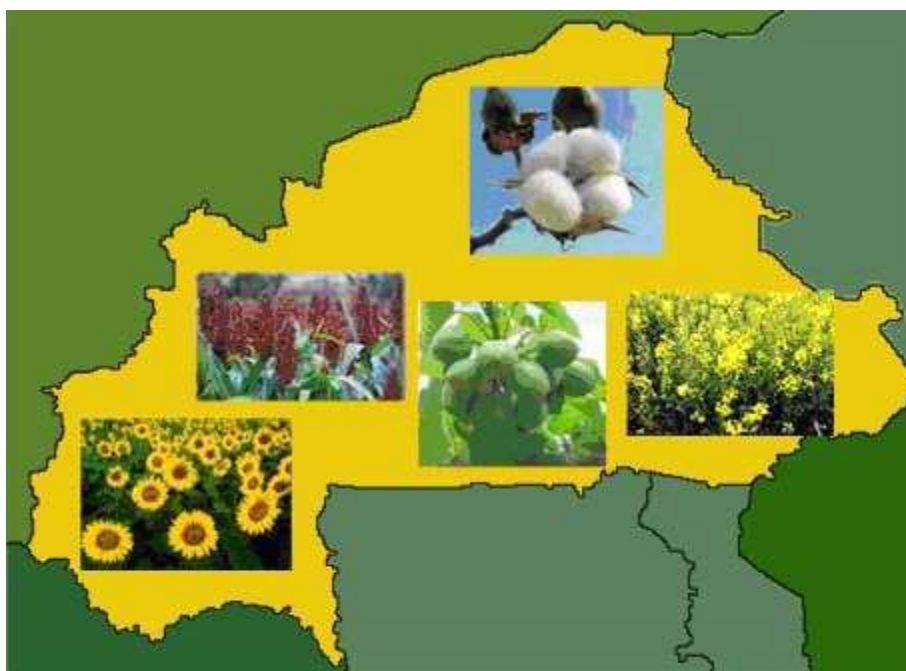




OPPORTUNITES DE DEVELOPPEMENT DES BIOCARBURANTS AU BURKINA FASO



*Etude financée par la Coopération Allemande
N° projet : PDA 23196
N° contrat : 45489
10 Février 2008-31 Octobre 2008*





OPPORTUNITES DE DEVELOPPEMENT DES BIOCARBURANTS AU BURKINA FASO

Auteurs :

BLIN Joël (Coordinateur, Cirad/2IE)
DABAT Marie-Hélène (Cirad)
FAUGERE Garance (ICI)
HANFF Elodie (Cirad/2IE)
WEISMAN Nathalie (Cirad/2IE)

Avec les participations de :

AZOUMAH Yao (2IE)
BOUREIMA Zakari (2IE)
DAHO Tizane (2IE)
VAITILINGOM Gilles (Cirad)
YONKEU Samuel (2IE)

Ouagadougou, Décembre 2008



Sommaire

Résumé.....	9
English Summary	22
Introduction	34
1. Analyse des besoins énergétiques.....	38
1.1. Aperçu général du secteur énergétique.....	38
1.2. Les hydrocarbures au Burkina Faso	39
1.2.1 La consommation en hydrocarbures	40
1.2.2. Evolution de la consommation des hydrocarbures.....	42
1.2.3 Le marché des hydrocarbures au Burkina Faso	43
1.2.3.1. Modalités d'entrée des hydrocarbures dans le pays.....	43
1.2.3.2. Formation des prix des produits pétroliers pour l'utilisateur final	44
1.2.3.3. Evolution des prix des hydrocarbures	46
1.3. Le secteur du transport.....	48
1.3.1 Le parc automobile.....	48
1.3.2 Le parc des deux roues	49
1.3.3 Les Transports en Commun	50
1.3.4 Emissions de SO ₂ du trafic automobile	50
1.4. La consommation d'électricité	51
1.5. Perspectives d'évolution des besoins en énergie	53
1.5.1 Stratégie de développement de l'approvisionnement électrique selon le Ministère des Mines des Carrières et de l'Energie (MMCE).....	53
1.5.1.1 Développement du réseau national	53
1.5.1.2 Développement des sources d'énergie renouvelables pour la production d'électricité.....	55
1.5.2 Perspectives dans le secteur du transport	55
1.5.3 Perspective d'évolution des consommations des hydrocarbures	56
1.5.4. Les plateformes multifonctionnelles (PTF).....	57
1.5.4.1 Description du projet PTF	57
1.5.4.2 Description technique de la PTF	58
1.5.4.3 Modalités et fréquence d'utilisation	59
1.5.4.4 Consommation en carburant.....	59
1.5.4.5 Les coûts.....	59
1.5.4.6 La gestion des PTF	59
1.5.4.7 Les Plateformes multifonctionnelles avec réseau (PTR)	60
1.6 Conclusion :	60
2. Etat de l'art sur la production de biocarburants	62
2.1 Les huiles végétales pures	62
2.1.1 Production des huiles végétales pures	62
2.1.1.1 La filière industrielle	63
2.1.1.2 La filière artisanale.....	64
2.1.2 Usages énergétiques des huiles végétales pures.....	66
2.2 Le biodiesel : esters d'huiles végétales.....	69
2.2.1 Procédés de production des esters méthylique	70
2.2.2 Procédés de production des esters éthyliques	72
2.2.3 Utilisation des esters d'huiles et des sous-produits de la trans-estérification	72
2.3 L'alcool : le bioéthanol.....	73
2.3.1 Production d'éthanol	74
2.3.1.1 La fermentation	75
2.3.1.2 L'extraction de l'éthanol par distillation.....	75

2.3.1.3 Les effluents et coproduits	75
2.3.2 Utilisation de l'éthanol comme carburant dans les moteurs	76
2.3.2.1 Utilisation des mélanges éthanol anhydre/essence.....	77
2.3.2.2 Utilisation de l'éthanol hydraté	77
2.3 Conclusion.....	78
3. Potentialités agronomiques pour la production de biocarburants.....	79
3.1. Les principales caractéristiques du secteur agricole.....	79
3.1.1. Des terres encore disponibles mais dégradées	79
3.1.2. Les systèmes de production agricole.....	79
3.1.3. Faible accès aux facteurs de production.....	80
3.1.3.1. Accès aux équipements	80
3.1.3.2. Accès au micro-crédit.....	81
3.1.3.3 Accès aux semences améliorées.....	81
3.1.3.4. Utilisation des engrais organiques et minéraux.....	81
3.1.4. Les assolements pratiqués	82
3.1.5. Des rendements en stagnation	83
3.1.5.1 Cultures céréalières	83
3.1.5.2 Évolution des rendements des cultures de rente.....	84
3.1.6. Problématique foncière en milieu rural.....	84
3.2. Quelles plantes pour produire des biocarburants ?	85
3.2.1. Au niveau mondial : production d'éthanol et d'huile végétale	85
3.2.2. Adaptation au contexte du Burkina Faso	86
3.2.3. Avantages et inconvénients des différentes options agronomiques	90
3.2.4. Les plantes oléagineuses/légumineuses pour huile végétale.....	91
3.2.4.1. Le jatropha.....	91
3.2.4.2. Le coton.....	93
3.2.4.3 Le tournesol.....	94
3.2.4.4. L'arachide.....	95
3.2.4.5. Le soja	96
3.2.5 Les plantes sucrières ou amylacées pour éthanol.....	96
3.2.5.1. Canne à sucre	96
3.2.5.2. Pommes d'anacarde.....	97
3.2.5.3. Les tiges de sorgho sucré	97
3.3 Conclusion.....	98
4. Etat des lieux des projets en cours.....	100
4.1. Classification des projets biocarburant au Burkina Faso	100
4.2. Localisation des projets biocarburants	102
4.3. Etat des lieux des projets valorisant des huiles végétales	104
4.3.1. Projets de biocarburants à partir du Jatropha Curcas	104
4.3.1.1. Projets à circuit court.....	104
4.3.1.2. Projets semi-industriels à industriels.....	106
4.3.1.3 Projets avec approvisionnement paysan.....	107
4.3.1.4 Projets avec mise en place de plantations agro-industrielles couplées à un approvisionnement paysan	108
4.3.2. Projets de biocarburant à partir de l'huile de coton	109
4.3.3. Projet de biocarburant à partir du tournesol	111
4.4. Conclusion.....	111
5. Scénarii de développement des biocarburants	112

5.1. Scénario 1 : filière courte, production locale d’huile végétale brute (jatropha, autres oléagineux) pour force motrice/électrification rurale (plate-forme multifonctionnelle)	112
5.1.1 Opportunités biocarburants pour les plates-formes multifonctionnelles.....	113
5.1.2 Estimation des quantités d’huile végétale nécessaire pour substituer le diesel dans les plates formes.	114
5.1.3 Adaptations et modification techniques pour l’utilisation d’huile végétale pure sur une plate-forme	115
5.2 Scénario 2 : substitution d’huile végétale brute (jatropha, autres oléagineux) au gasoil et au DDO pour la production d’électricité	119
5.3 Scénario 3: production centralisée, substitution d’éthanol à l’essence	124
ou de biodiesel au gas-oil pour les transports	124
5.3.1 Scénario 3.1 : biodiesel pour transport.....	125
5.3.2 Scénario 3.2 : éthanol pour transport	127
6. Faisabilité, risques et impacts des biocarburants au Burkina Faso	131
6.1. Rentabilité et coût d’opportunité des biocarburants	131
6.2. Crédits carbone et biocarburants : contexte et opportunités.....	133
6.2.1. Les marchés carbone	133
6.2.1.1 Marché obligatoire	133
6.2.1.2 Marché volontaire	133
6.2.1.3 Les marchés du carbone en Afrique	134
6.2.2 Les obstacles et opportunités pour accomplir le cycle de projet.....	135
6.2.2.1 Critères d’éligibilité des projets biocarburant	135
6.2.3 Acteurs clés concernés	136
6.2.4 Etat des lieux au Burkina Faso	137
6.3. Production de biocarburant et risque pour la sécurité alimentaire	138
6.4. Les risques et impacts transversaux liés aux modes de production	139
6.5. Les autres risques et impacts sociaux.....	140
6.6. Les risques et impacts économiques	141
6.7. Les risques environnementaux d’une production de biocarburants.....	143
6.8. Implications politiques des différents scénarii.....	144
6.8.1. Les effets en termes macro-économiques	144
6.8.2. Le besoin d’une stratégie et d’un cadre incitatif d’accompagnement.....	145
6.8.3. Etat des lieux d’une « politique biocarburants » au Burkina Faso.....	146
6.9. Stratégie et évaluation des différents scénarii	149
6.9.1. Stratégie globale.....	149
6.9.2. Evaluation quantitative et qualitative des différents scénarios	151
6.10 Conditions à la mise en œuvre du scénario de substitution d’HVB au gasoil et au DDO pour la production d’électricité.....	152
7. Conclusion	157

Tableaux :

Tableau 1: Evolution des consommations des hydrocarbures aux Burkina Faso (en Tep).....	42
Tableau 2: Évolution des prix moyens annuels des carburants à Ouagadougou (en FCFA) ...	47
Tableau 3: Evaluation du parc automobile immatriculé au Burkina Faso	48
Tableau 4: Emissions de SO ₂ par les véhicules roulant au Burkina Faso	50
Tableau 5 : Emissions de SO ₂ (Kg) produits par les véhicules essence et diesel en 2005 au Burkina Faso	50
Tableau 6 : Le réseau d’électricité du Burkina Faso	51
Tableau 7 : Perspective d’évolution des consommations d’hydrocarbures (MMCE)	56

Tableau 8 : Principales huiles végétales (alimentaires et non alimentaires)	65
Tableau 9 : Caractéristiques physico-chimiques de quelques huiles végétales	66
Tableau 10 : Caractéristiques physico-chimiques de quelques esters d'huiles.....	70
Tableau 11 : Rendements des plantes sucrières et leur potentiel alcooligène.....	74
Tableau 12: Rendements en alcool des céréales et leur potentiel alcooligène.....	74
Tableau 13 : Quelques caractéristiques physico-chimiques de l'éthanol et de l'essence	77
Tableau 14 : Rendement et productivité des plantes communément citées/utilisées pour la production d'éthanol (plantations irriguées avec intrants).....	85
Tableau 15 : Rendement et productivité des plantes communément citées/utilisées pour la production d'huile végétale (plantations irriguées avec intrants)	86
Tableau 16: Plantes potentielles pour la production de biocarburants.....	87
Tableau 17 : Evolution des prix des produits transformés oléagineux	89
Tableau 18 : Typologie des projets biocarburant en cours au Burkina Faso	101
Tableau 19 : Consommations en DDO des moteurs listers des PTF et estimations des superficies de jatropha à planter pour substituer le DDO par de l'huile végétale.....	115
Tableau 20 : Avantages et contraintes du scénario 1 filière courte / force motrice et électrification.....	117
Tableau 21 : Evolution du nombre de PTF et de leur consommation en carburant de 2007 à 2020	118
Tableau 22: Avantages et contraintes du scénario 2 : huile végétale pour réseau électrique national.....	122
Tableau 23 : Avantages et contraintes du Scénario 3 : production biodiesel ou éthanol pour transport.....	130
Tableau 24: Composition des structures de prix des hydrocarbures.....	145
Tableau 25 : Evaluation des différents scénarii	152
Tableau 26 : Recommandations pour la mise en œuvre du scénario 2	153

Figures :

Figure 1: Bilan énergie secondaire Année 2007	38
Figure 2: Consommation des hydrocarbures 2007.....	41
Figure 3: Consommations des hydrocarbures en 2007 par type d'utilisations.....	41
Figure 4: Evolution de la consommation en hydrocarbures par type de carburants en tep au Burkina Faso de 1993 à 2007	43
Figure 5 : Formation des prix des produits pétroliers pour l'utilisateur final.....	45
Figure 6: Décomposition des prix des produits pétroliers selon la nature des charges.....	45
Figure 7: Impact de l'intervention publique sur le prix à l'utilisateur des produits pétroliers	46
Figure 8: évolution du prix du baril de janvier 2006 à juillet 2008	47
Figure 9: Evolution des véhicules au Burkina Faso.....	49
Figure 10: Electricité 2007 - 736 GW/h Figure 11: Energie électrique vendue en 2007-....	52
Figure 12: Projection d'évolution de la consommation des hydrocarbures selon le Ministère des Mines des Carrières et de l'Energie, 09 sept. 2008.....	56
Figure 13: Description du process et rendement de la trituration pour une unité de trituration de colza.....	63
Figure 14: Schéma de principe d'un procédé continu de production d'esters méthyliques par catalyse homogène (société Lurgi).....	71
Figure 15: Schéma de principe d'un procédé continu de production d'esters méthyliques par catalyse hétérogène	72
Figure 16: Différentes voies conduisant à la fabrication d'alcool de première génération à partir de biomasse sucrée ou amylacée	74
Figure 17: Répartition des exploitations en fonction de la superficie par région.	80

Figure 18: Répartition des cultures en surface durant la campagne 2006.....	82
Figure 19: Répartition des assolements par type de cultures et par région. Campagne 2006-2007.....	83
Figure 20: Evolution des surfaces et de la production pour trois cultures de 1984 à 2006.....	84
Figure 21: Chemin technique du scénario 1 : filière courte, production locale d'huile végétale pure pour force motrice/électrification rurale (plateforme)	116
Figure 22: Chemin technique du scénario 2 : huile végétale pour réseau électrique national	121
Figure 23: Chemin technique du Scénario 3.1 : biodiesel (ester) pour transport.....	126
Figure 24: technique du Scénario 3.2 : biomasses sucrières pour la production d'éthanol pour moteur essence	129
Figure 25: Planning de mise en œuvre des scenarii proposés	150
Figure 26 : Politique des prix relative au scénario 2	156

Liste des Abréviations et Sigles

ADEF	Association des Etudes Foncières
AGR	Activité Génératrice de revenus
AICB	Association Interprofessionnelle du Coton du Burkina
AND	Autorité Nationale Désignée
BTL	Biomass to liquid
BUMIGEB	Bureau des Mines et de la Géologie du Burkina
CAC	Cellule d'Appui Conseil
CEDEAO	Communauté Economique des Etats d'Afrique de l'Ouest
CER	Crédits carbone certifiés
CFG	Comité Féminin de Gestion
CO	Monoxyde de carbone
DDGS	Distiller's Dried Grain Solubles
DDO	Distillat Diesel oil
DGPSA	Direction Générale des prévisions et des statistiques agricoles
DGTTM	Direction Générale des Transports terrestres et maritimes
DSRP	Document Stratégique de Réduction de la Pauvreté
E.M.H.V	Esters méthyliques d'huiles végétales
ESOP	Entreprises de Service et Organisations de Producteurs
FAO	Food & Agriculture Organization
FFV	Flex Fuel Vehicle
FNGN	Fédération Nationale des Groupements Naam
GES	Gaz à effet de serre
HAP	Hydrocarbures aromatiques polycycliques
HC	Hydrocarbures imbrûlés
HVB	Huiles végétales brutes
HVC	Huiles végétales carburants
HVP	Huiles végétales pures
INERA	Institut National de l'Environnement et des Recherches Agricoles
INSD	Institut National de la Statistique et de la Démographie
MAHRH	Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques
MAHRH	Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques
MCPEA	Ministère du commerce, de la promotion de l'entreprise

	Et de l'artisanat
MDP	Mécanisme de Développement Propre
MECV	Ministère de l'environnement et du cadre de vie
MMCE	Ministère des Mines des Carrières et de l'Energie
NEPAD	New Partnership for Africa's Development
OCADES	Organisation Catholique pour le Développement et la Solidarité
OCDE	Organisation de coopération et de développement économique
OGM	Organisme Génétiquement Modifié
OMD	Objectifs du Millénaire pour le Développement
ONG	Organisation Non Gouvernementale
PFNL	produits forestiers non ligneux
PIB	Produit Intérieur Brut
PIN	Note d'idée de projet
PNUD	Programme de Nations Unies pour le Développement
PSA	Pressure Swing Adsorption
PTF	Plate-forme multifonctionnelle
PTR	Plateformes avec mini réseau
SOCOMA	Société Cotonnière Du Gourma
SOFITEX	Société des fibres textiles)
SONABEL	Société Nationale Burkinabè d'Electricité
SONABHY	Société Nationale Burkinabè d'Hydrocarbures
SOPAL	Société De Production D'alcools
SOSUCO	Société Sucrière de la Comoé
SOTRACO	Société de Transport en Commun de Ouagadougou
SP/CONEDD	Secrétariat Permanent/Conseil National pour l'Environnement et le Développement Durable
TEP	Tonnes Equivalent Pétrole
TIPP	Taxe Intérieure sur les Produits Pétroliers
TVA	Taxe sur la valeur ajoutée
UEMOA	Union Economique et Monétaire Ouest-Africaine
VER	Crédits carbone vérifiés
WAPP	West African Power Pool

Résumé

Le Burkina Faso, pays pauvre au cœur du Sahel, est fortement dépendant de ses importations d'hydrocarbures, à la fois pour le transport et la production d'énergie motrice et électrique. Dans la perspective d'un prix du baril qui ne cesse de croître sur le long terme, d'une importante croissance démographique et du développement des activités économiques du pays, le gouvernement burkinabé souhaite mettre en place une politique permettant une plus grande indépendance du pays envers les hydrocarbures et une stratégie d'utilisation rationnelle des énergies. C'est dans ce contexte que le Burkina Faso s'intéresse aux potentialités des biocarburants pour satisfaire ses besoins énergétiques.

A l'heure actuelle, il n'existe pas de véritable stratégie de développement des biocarburants dans le pays. Afin d'offrir un cadre juridique et institutionnel aux porteurs de projets dont une dizaine sont déjà présents dans le pays, le Burkina Faso doit d'urgence adopter des mesures de réglementation et d'accompagnement de ces nouvelles filières, en cohérence avec la politique de développement agricole que veut promouvoir le pays. La présente étude vise à fournir des arguments techniques, économiques, sociaux et environnementaux pour éclairer les acteurs (ministères, opérateurs privés, organisations de producteurs, ONG etc.) dans la mise en œuvre d'une stratégie de promotion des biocarburants.

L'analyse des besoins a mis en évidence la faible consommation énergétique nationale à cause de son coût prohibitif; mais aussi la forte croissance de la demande, nécessaire au développement national et indispensable à la poursuite des Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD) que le gouvernement s'est assignée. En effet, l'accès à l'énergie permet de moderniser les services sociaux de base que sont la santé, l'éducation, l'approvisionnement en eau potable, la cuisson, l'éclairage et les télécommunications; ainsi que de développer des activités productrices, notamment celles liées à la valorisation et la transformation des produits agropastoraux à destination des marchés urbains.

Ainsi, ce frein au développement rend attractive la perspective de substitution des biocarburants aux produits pétroliers pour à la fois : alléger la facture énergétique qui limite le développement du tissu industriel national, développer des filières génératrices de revenus dans le secteur agricole, et des sources d'énergie en milieu rural. Face à ces défis, le développement de cultures destinées à la production de biocarburants apparaît comme une piste intéressante à explorer pour le pays, en tenant compte des situations agricole et foncière, et en appréhendant les impacts socio-économiques et environnementaux.

1. Analyse des besoins énergétiques

En milieu rural, le bois et le charbon sont les principales sources d'énergie disponibles, représentant plus de 80% de l'énergie consommée au niveau national. La pauvreté énergétique du Burkina Faso se traduit par le faible niveau de consommation en hydrocarbures, qui s'établit à l'équivalent de 275 litres de super par habitant et par an, mais qui pèse lourdement sur la balance commerciale du pays, dont il représente plus de 50% (218 milliards de FCFA en 2007). En raison de l'augmentation des prix du baril de pétrole (inévitables sur le long terme de par la raréfaction des ressources fossiles accessibles) et de la croissance des besoins (de 1993 à 2007 la consommation totale d'hydrocarbures a presque triplé), cette dépendance générera de fortes pressions sur l'économie du pays.

La consommation énergétique à partir de produits pétroliers se divise en trois principaux postes que sont :

- le transport léger et poids lourds à partir de véhicules diesel : 33%
- le transport léger à partir de véhicules essence : 30%
- la production d'électricité : 23%.

Fort de ce constat, la mise en place d'une stratégie de développement des biocarburants doit :

- **substituer les biocarburants aux hydrocarbures importés**, en visant les trois secteurs d'activité clés énumérés,
- mais également permettre **de développer l'accès à l'énergie en zone rurale** par la production et l'utilisation de biocarburants en zone villageoise et ainsi y déployer de nouvelles activités.

2. Les potentialités techniques et agronomiques des biocarburants

a. Potentialités techniques

Différents types de biocarburants de 1^{ère} génération (technologie mature et applicable à court terme) peuvent être produits au Burkina Faso. Afin de répondre aux besoins cités, la stratégie à mettre en place dépend du type de culture à développer et des caractéristiques des biocarburants obtenus :

- **les huiles végétales brutes (HVB)**, produites à partir de plantes oléagineuse, sont obtenues par des technologies simples, accessibles de l'échelle villageoise à industrielle. Elles sont destinées prioritairement aux moteurs diesels statiques (groupes électrogènes, moulins, motopompes etc.).

Compte tenu des spécificités des huiles végétales par rapport au gazole ou au fioul, leur utilisation nécessite un préchauffage pour obtenir une température de chambre de combustion suffisante pour une combustion complète. L'utilisation d'un kit de bicarburation est recommandée (peu cher, simple et sûr à utiliser).

La qualité de l'huile doit également être garantie par des standards à mettre en place pour optimiser le fonctionnement et assurer la durée de vie des moteurs.

Une fois les conditions favorables à une bonne combustion des huiles végétales remplies, les performances et les émissions sont comparables à celles obtenues avec du gazole ou du fioul.

- **le biodiesel**, produit par estérification d'huile végétale en présence d'alcool, nécessite obligatoirement un procédé industriel qui n'est mature que pour une estérification méthanolique. Il est destiné à tout type de moteur diesel (transport) ayant des caractéristiques physico-chimiques très proches de celles du gasoil (en particulier la viscosité). Il peut se substituer à ce dernier à 100% sans problème pour le moteur (à quelques modifications et entretiens près sur les joints et caoutchoucs).

- **le bioéthanol**, produit à partir de plantes sucrières ou amylacées, nécessite également un procédé industriel très énergétivore susceptible d'obérer le bilan carbone selon les filières. Il est destiné aux moteurs à essence en mélange jusqu'à 10% dans des moteurs classiques ou à 100% dans des moteurs spécifiques (flex fuel).

b. Potentialités agronomiques

Les terres agricoles annuellement emblavées ne représentent environ que 40% du potentiel cultivable, laissant de grandes superficies disponibles pour de nouvelles productions. Cependant, environ 11% des terres du Burkina étaient considérées comme très dégradées en 2002, en majorité dans le Nord du pays.

Les difficultés d'accès à l'énergie (mécanisation, irrigation ...) constituent un frein majeur au développement du monde rural. La production agricole est à dominante familiale : petites exploitations traditionnelles familiales à faible rendement¹, superficies moyennes cultivées par unité d'exploitation variant de 1,5 à 12 ha selon les régions, faible niveau d'équipement des exploitations (30% des exploitations seulement sont équipées en chaîne de culture attelée)...

- Les plantes potentielles pour la production d'HVB ou de biodiesel

De nombreuses plantes, alimentaires et non alimentaires, sont disponibles et/ou déjà cultivées au Burkina Faso pour la production de biocarburants. Compte tenu du contexte pédoclimatique prévalent, les plantes potentiellement intéressantes pour la production d'HVB sont le jatropha, le coton, le tournesol, l'arachide et le soja.

Le jatropha curcas est la plante la plus plébiscitée et principalement mise en culture pour la grande majorité des projets bioénergies dans le pays. En effet, l'insécurité alimentaire chronique du pays et les débats qui ont nourri l'actualité ces derniers mois poussent les porteurs de projet à exclure les oléagineux alimentaires des plantes potentielles pour la production de biocarburant. En outre, les vertus avancées du jatropha (régénération de sols dégradés, culture sous pluviométrie faible etc.) militent pour cette plante dans la lutte contre la désertification du pays. L'adhésion des producteurs est soutenue par la crise cotonnière, une importante campagne médiatique et la personnalité et l'activisme du Larlé Naaba.

Les avantages de la plante sont cependant à nuancer :

- très peu de données agronomiques fiables existent,
- pérenne, elle mobilise des terres pendant trois ans avant de produire,
- son tourteau est toxique et valorisable uniquement comme combustible solide,
- elle mobilise des terres fertiles (bonnes terres pour de bonnes récoltes), voire accentue la déforestation dans les provinces du Sud, là où la grande majorité des projets de grande ampleur se sont développés, et concurrence de facto la production alimentaire,
- elle est valorisable uniquement sur un marché énergétique qui dépend fortement du cours du pétrole très instable ces derniers mois. Nul ne peut prédire à l'heure actuelle l'état du marché dans deux ou trois ans, c'est-à-dire quand les plantations de jatropha burkinabè entreront en production.

Ainsi, le Burkina Faso ne peut se focaliser que sur le jatropha pour développer des biocarburants mais doit diversifier ses productions, tout en garantissant un équilibre entre les marchés alimentaire et énergétique par les politiques et stratégies qu'il développera.

¹ Le coton occupe de plus en plus les meilleures terres, bénéficie de la quasi-totalité des intrants (fertilisants, insecticides, pesticides), des équipements, des financements tant à la production qu'à la commercialisation, du meilleur appui/conseil, en raison de sa prépondérance dans les exportations et de l'organisation intégrée de la filière. Ses rendements sont cependant stationnaires avec une moyenne de 1,11 t/ha au cours de la période 1995 à 2005.

En dépit du contexte de crise de la filière coton, et des mauvaises récoltes de ces dernières années, la graine de coton pourrait être valorisée sur le marché des biocarburants.

Les avantages de cette culture sont nombreux :

- les tourteaux sont valorisables pour l'alimentation du bétail,
- en tant que principale culture de rente, la production, l'approvisionnement et la transformation sont déjà très bien structurés,
- l'irrigation n'est pas nécessaire,
- il existe de larges débouchés pour l'huile alimentaire/ non alimentaire.

Toutefois, la concurrence avec la filière huiles alimentaire et animale, les impacts négatifs de cette culture sur les sols, ainsi que l'augmentation actuelle des prix de la graine de coton et la faible teneur en huile à l'hectare, sont autant de risques et d'inconvénients à considérer avant d'envisager la production de biocarburant à partir de la graine de coton. Il faut noter que suite à la forte utilisation de pesticides et d'engrais, des problèmes de qualité pour le marché des huiles alimentaire ont été signalés et pourraient s'accroître, favorisant ainsi le recours au marché énergétique.

Au Burkina Faso, des projets de production de biocarburant à partir de cette graine ont d'ailleurs été sérieusement envisagés (SN Citec, STAB...) mais finalement reportés face à la crise actuelle du marché cotonnier.

Ces inconvénients militent pour explorer les potentialités d'autres cultures comme le tournesol, qui présente de bons rendements en huile dans des conditions pluviales. Enfin, la relance de filières négligées comme l'arachide ou le soja, présente autant d'avantages et sont autant d'opportunités qui permettraient de diversifier les systèmes de production familiaux et les revenus en milieu rural.

Pour le soja, le tournesol et l'arachide, la valorisation des tourteaux et la possibilité de répondre à plusieurs marchés en fonction de la conjoncture nationale et internationale, sont des avantages à considérer. Pour le développement de ces cultures il faut noter les problèmes d'accès aux semences par manque de crédit, et pour certaines plantes (tournesol) seules les semences hybrides sont disponibles et à un coût très élevé.

Compte tenu de l'organisation du secteur agricole et quelles que soient les options agronomiques, il est primordial de privilégier l'agriculture paysanne familiale plutôt que les plantations agro-industrielles. Il s'agit avant tout d'éviter les risques de concurrence sur la ressource foncière - voire hydraulique - et de promouvoir et/ou de relancer de nouvelles cultures de rente. Cette stratégie contribue au renforcement du monde rural par l'organisation de groupements de producteurs et/ou de coopératives de transformation et favorise ainsi l'accès aux services énergétiques. Cela suppose la mise en place d'un dispositif d'accompagnement des systèmes de production paysan (conseil technique, accès au crédit et aux semences, organisation de la filière, appui aux organisations de producteurs etc.) à mettre en place par les promoteurs de ces filières avec le concours de l'Etat.

La sécurisation des approvisionnements que permet l'option agro-industrielle de biocarburant est intéressante mais doit être soigneusement encadrée et si possible, couplée à un approvisionnement paysan pour, à long terme, privilégier l'intensification des systèmes de production familiaux. Elle nécessite la mise en place de politiques incitatives et de garde-fous pour les droits fonciers locaux.

- Plantes potentielles pour la production d'éthanol

Pour la production de bioéthanol, la dimension industrielle de la production nécessite un approvisionnement sécurisé en matières premières. La canne à sucre présente le potentiel le plus intéressant mais suppose la mobilisation de terres irriguées et un mode de production agro-industriel. Ainsi, si les superficies nécessaires pour couvrir les besoins nationaux en éthanol restent modestes, cette option doit être soigneusement encadrée afin de ne pas monopoliser les ressources foncières et hydrauliques au détriment des exploitations familiales et de la sécurité alimentaire du pays.

Le sorgho sucrier est une plante intéressante dans la mesure où la culture du sorgho est bien connue des populations locales et elle ne concurrence pas la production alimentaire : seule la tige est utilisée pour la production d'éthanol, la graine restant réservée à l'alimentation. En outre, on peut imaginer la mise en place d'un approvisionnement paysan sur cette filière. Cependant, il est primordial de favoriser la recherche agronomique de par le manque d'expérience sur cette plante sucrière dans la sous-région.

3. Scénarii de développement à partir de l'état des lieux des projets

Les projets en cours au Burkina Faso concernent uniquement les filières huile végétale brute et biodiesel à plus long terme et sont principalement basés sur la culture de jatropha. Ils sont néanmoins très diversifiés quant à leur mode de mise en œuvre (communautaire, paysan, industriel) et à leurs objectifs. Aucun, pour l'instant, ne concerne la filière éthanol. Si certains projets visaient initialement le marché de l'export, tous maintenant se concentrent sur le marché national voire régional, du fait de l'interdiction européenne des importations de biocarburants.

• Scénario 1 : développement de l'énergie en zone rurale

Une poignée de projets concerne la mise en place de filières courtes pour la production locale d'HVB destinée à alimenter des équipements au niveau villageois générateurs de force motrice et/ou d'électricité (Vivre au Village, Tii Palga, Boni, Wouol...). On peut en trouver certains dans le Nord du pays (Djibo, Ouahigouya) et les objectifs peuvent également viser la reforestation, la régénération de sols dégradés (New Tree) et la lutte anti-érosive. Ils correspondent à un *premier scénario de développement qui vise à offrir un accès énergétique en milieu rural par la production locale d'HVB*.

L'étude démontre la faible mobilisation de surface villageoise nécessaire au développement de ce scénario : il faut cultiver entre 5 et 16 hectares de jatropha pour subvenir aux besoins énergétiques d'une plateforme multifonctionnelle (PTF), en substituant de l'HVB de jatropha à 100% du gazole.

• Scénario 2 : filière HVB pour la production d'électricité

Plusieurs projets concernent la mise en place d'une filière de production d'HVB et à terme, pour certains, de biodiesel à des échelles semi-industrielles à industrielles. La plupart sont conçus à partir d'un approvisionnement paysan de jatropha (Aprojer, Larle Naaba). Certains projettent la mise en place de cultures à une échelle agro-industrielle à plus ou moins grande échelle (Ilaria Burkina, AgroEd, Agritech Faso). Néanmoins, le gouvernement reste réticent à octroyer de larges superficies à la production de biocarburants, conscient des risques encourus

de concurrence sur les ressources foncières et en matière de sécurité alimentaire. Deux projets sont en cours pour des essais de culture de tournesol (SN Citec et AgroEd), un autre à partir de ricin (Larle Naaba). Tous ces projets sont localisés dans le sud du pays, sur des terres arables et en culture de plein champ (avec parfois des cultures associées), certains visaient à l'origine le marché de l'export. A présent, recentrés sur le marché national, ils peuvent répondre à *un deuxième scénario de développement qui consiste à développer une filière HVB afin de se substituer aux 23% d'hydrocarbures importés utilisés dans les centrales thermiques de la Sonabel pour la production d'électricité.*

Cette option permet, avec une surface dédiée de moins de 10% des terres arables (quelle que soit la plante cultivée) et des technologies simples, de se substituer à 30% des hydrocarbures utilisés pour la production électrique, de réduire la facture énergétique et le coût de l'électricité et de rémunérer les paysans burkinabè plutôt que les multinationales pétrolières. La substitution de 100% des hydrocarbures utilisés pour la production électrique nécessiterait entre 2 et 18% des terres arables en fonction de la plante utilisée.

Huile végétale	Jatropha	Tournesol	Arachide	Coton	Soja
Productivité en m³ huile par ha	0.14 à 0.8	0.53 à 0.66	0.35	0.1 à 0.125	0.28
Consommation d'hydrocarbures utilisés pour la production d'électricité en 2007 : 141 827 m³					
Ha nécessaires pour la substitution de 30% des hydrocarbures utilisés pour la production électrique	60 000 à 350 000	70 000 à 90 000	135 000	400 000 à 500 000	150 000 à 200 000
% superficie arable du Burkina	1 à 4%	1%	1 à 2%	4 à 6%	2%
Ha nécessaires pour la substitution de 100% des hydrocarbures utilisés pour la production électrique	200 000 à 1 150 000	200 000 à 300 000	450 000	1 300 000 à 1 600 000	550 000 à 600 000
% superficie arable du Burkina	2 à 13%	3 à 4%	5%	14 à 18%	6 à 7%

L'utilisation d'HVB dans les moteurs de centrales thermiques peut varier de 0 à 100% en fonction de la disponibilité en HVB. Ce scénario permet donc la mise en place progressive de la filière en s'appuyant sur un nombre limité d'acteurs aux moyens importants (Sonabel et Sonabhy).

- **Scénario 3 : biocarburant dans le transport**

Un troisième scénario concerne la substitution du biodiesel entre 0 à 100% du gasoil utilisé ou l'incorporation jusqu'à 10% d'éthanol dans l'essence des véhicules légers pour le transport Cela permettrait la substitution du biocarburant au gasoil et à une partie de l'essence importés pour les véhicules.

Toutefois, la rentabilité technico-économique de ces deux options n'est atteinte que pour des unités industrielles (unité d'estérification et distillerie rentable à partir de 20 000 tonnes/an). Etant donné les procédés industriels, les investissements ainsi que la technologie à mettre en place, ce scénario n'est pas envisageable à court terme.

Comme le démontre le tableau ci-dessous, les superficies à mobiliser pour pouvoir incorporer jusqu'à 10% d'éthanol dans l'essence consommée au Burkina représentent moins de 4% des terres irrigables :

Ethanol	Canne à sucre	Manioc	Pomme d'anacarde	Sorgho sucrier
Productivité m³ éthanol par ha	4 à 6	1.78 à 3	0.15 à 0.18	0.6 à 1.12 ²
Consommation essence 2007 : 210 855 m³				
Ha nécessaires pour la substitution de 10% éthanol	5 300 à 8 000	10 000 à 18 000	170 000 à 220 000	30 000 à 55 000
% superficie arable ou irrigable du Burkina	2 à 4 % des terres irrigables	4 à 8 % des terres irrigables	2 à 3 % des terres arables	0.3 à 1% des terres arables

Ces trois scénarii privilégient la production et la consommation de biocarburants au niveau national plutôt que des stratégies d'exportation, afin de répondre aux objectifs nationaux de développement du secteur de l'énergie et de création de valeur ajoutée directe et induite liées à la production d'énergie au niveau national.

La faisabilité et les impacts du développement de ces différents scénarii ne peuvent, étant donné la diversité et la variabilité des marchés concernés (hydrocarbures, huiles alimentaires, électricité) et le peu de connaissances agronomiques sur ces cultures énergétique, qu'être appréhendés de manière qualitative.

4. Evaluation des scénarii de développement des biocarburants

Le premier scénario est celui qui présente les impacts les plus intéressants en termes de développement en milieu rural. Il permet un accès aux services énergétiques en milieu villageois, le développement d'activités génératrices de revenus et peut être mis en œuvre sur des superficies limitées, sur des sols dégradés ou en haies vives étant donné les faibles volumes concernés. Il permet de participer à la protection de l'environnement en réduisant la pression sur les ressources forestières, principale source d'énergie en milieu rural. Il ne présente pas de difficulté particulière de mise en œuvre sur le plan technique (technologie mature et disponible, transport limité de biomasse...) et paraît adapté aux conditions sociales des populations rurales (faible mobilisation de foncier, investissement limité...). Néanmoins, sa mise en œuvre suppose de lever des contraintes importantes liées à la capacité des acteurs à se prendre en charge et à développer une action communautaire pérenne à la fois pour la gestion des plantations et des équipements de presse.

Ce scénario est fortement conditionné par la réussite du programme PTF, qui pourrait valoriser les HVB en milieu rural, mais qui n'a pas encore vraiment fait ses preuves dans le pays. Enfin, il est assujéti à l'amélioration des connaissances agronomiques des cultures oléagineuses adaptées aux conditions agro-climatiques et sociales de l'Afrique de l'Ouest.

² Estimation pour du sorgho sucrier produit en pluvial

Le scénario 2 est particulièrement intéressant car il permet de s'adapter à une production croissante d'huile dans les prochaines années, sans impact sur la rentabilisation d'équipements sophistiqués puisque les technologies utilisées sont simples. Il peut être mis en œuvre assez rapidement et comporte des marges d'expansion importantes (jusqu'à 90% de substitution au pétrole utilisé par la Sonabel). A court terme, ce scénario permet d'assurer un marché pérenne pour les plantations de jatropha qui ont été plantées ces deux dernières années. Bâti sur la production de jatropha, il peut très rapidement s'élargir à l'utilisation de tout type d'oléagineux plus rentables pour les producteurs. En effet, dans le cas de l'utilisation de plantes alimentaires, la possible fluctuation sans conséquence des apports d'huile dans le système offre aux paysans la flexibilité appréciable de choisir entre le cours du marché alimentaire ou énergétique. Si la presse est décentralisée, l'équipement de transformation sera facilement rentabilisé.

Au niveau macro-économique, ce scénario peut simultanément, s'il est bien mené, réduire le coût de l'électricité pour les ménages, les entreprises et les administrations, le montant des subventions de l'Etat au DDO et la facture pétrolière. En effet, pour toute réduction d'importation de 1000 l de DDO pour la production électrique ou de Fuel Oil, l'Etat économise en termes de sorties fiscales respectivement 95.000 Fcfa et 177.000 Fcfa. De plus, le fait de substituer un carburant « renouvelable » à l'utilisation d'hydrocarbures va permettre de réduire les émissions de gaz à effet de serre. Cet effort environnemental peut se monnayer sur le marché international du carbone par la Sonabel, qui rentabilisera ainsi d'autant plus son investissement.

Le scénario 3 permettrait de diminuer de façon importante la facture pétrolière du Burkina Faso, puisque 60% des produits pétroliers importés sont destinés au transport, et contribuerait ainsi au désenclavement du pays. Cependant il doit nécessairement être conçu à une échelle industrielle avec des unités de transformation de plusieurs centaines de milliers de tonnes et une capacité d'approvisionnement sécurisé en matières premières. Le système de production à développer implique donc la mobilisation de ressources foncières et hydriques au détriment des systèmes de production paysans et expose cette filière à l'augmentation des risques de conflits fonciers.

Ce scénario nécessite donc des investissements conséquents et une solide organisation de filière qui ne peut se faire sur le court terme et qui nécessite un cadre adapté. De plus, il suppose de réglementer la normalisation des produits et favorise l'exportation à l'usage national. En outre, les externalités négatives sur l'environnement qu'il peut engendrer (déforestation, usure des sols...) nécessitent la mise en place de gardes fous.

5. Analyse des risques et mise en œuvre des scénarios

Il ressort de l'analyse des risques et des impacts possibles, l'intérêt immédiat que présente **le scénario 2** pour le pays. En effet, la mise en œuvre de ce scénario est crédible : simple et flexible, il assure un marché pour les producteurs déjà engagés dans la production d'oléagineux et présente un véritable intérêt pour tous les acteurs de la filière.

En outre, le scénario 2 se concilie très bien et peut même être une condition préalable au scénario 1. Ce dernier en effet se développera plus facilement quand les plantations villageoises autour des PTF auront atteint une taille suffisamment grande et quand les producteurs auront acquis de l'expérience en termes de culture et de technique d'extraction. Le scénario 2 dans un premier temps permettra aux producteurs d'organiser la filière locale de production d'huile. Rapidement, les producteurs pourront préférer conserver une partie de leur

production d'huile pour l'utiliser dans leurs moteurs de motopompes, moulin ou PTF plutôt que de vendre toute la production et de devoir ensuite racheter du gasoil ou du DDO.

La Sonabel, via la Sonabhy est en mesure de racheter tout type d'huile végétale produite à un prix indexé en fonction du prix des huiles alimentaires et à négocier annuellement avec les acteurs de la filière et l'Etat (légèrement en dessous pour éviter la pénurie de ressources alimentaires, légèrement au dessus pour stimuler la production oléagineuse en situation de marché alimentaire suffisamment approvisionné).

Assez rapidement les producteurs devraient s'orienter vers la production de plantes oléagineuses annuelles, plus rentables à court et long termes, à cycle court et surtout valorisables sur les marchés de l'alimentaire ou de l'énergie et offrant un tourteau pouvant être utilisé pour alimenter le bétail; plutôt que de produire une huile de jatropha dont le seul marché est celui de l'énergie.

Le scénario 3 suppose un saut technologique important et présente un certain nombre de risques (compétition foncière entre cultures énergétiques et cultures alimentaires, compétition entre usage national et exportation...), maîtrisables à l'aide d'un cadre réglementaire qui pour l'instant n'est pas opérationnel dans le pays.

Ainsi une stratégie pertinente pour le pays consiste à mettre en œuvre à court terme le scénario 2 et de réunir quelques conditions liminaires avant de s'orienter vers des scénarii de type 1 puis type 3 : se doter de règles qui visent à encadrer le développement équitable des biocarburants dans le pays, approfondir la recherche agronomique sur le comportement des plantes à biocarburant dans la zone soudano-sahélienne (jatropha mais aussi tournesol, soja, sorgho sucré), mener des actions collectives pilotes en matière d'organisation de filières courtes biocarburant connectées à des PTF, développer des standards pour attester de la qualité des huiles...

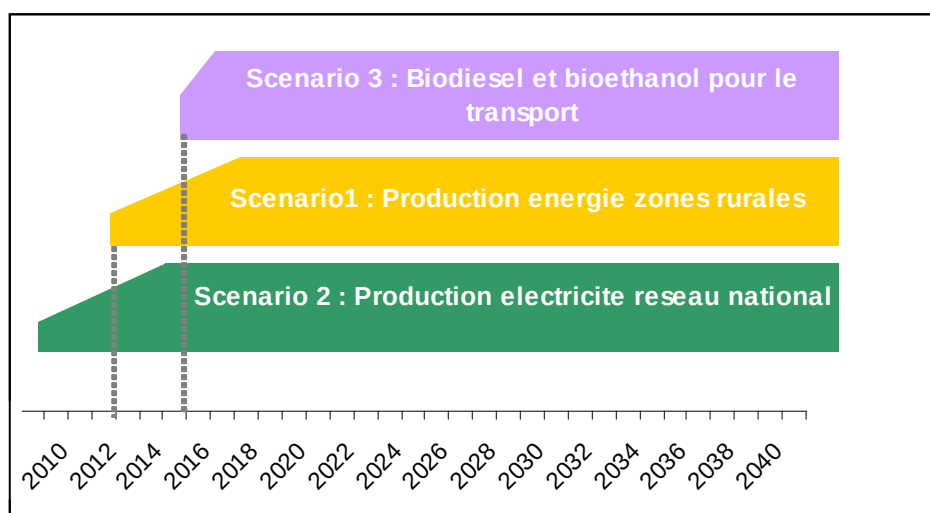


Figure 1: Planning de mise en œuvre des scénarii proposés

La mise en œuvre de ces scénarii en décalé permettra également de prendre le temps de réunir les conditions de la faisabilité technico-économique du scénario 3 qui viendrait, lui, soutenir la réduction conséquente de la facture pétrolière à l’horizon 2015.

Le graphique suivant simule la substitution potentielle des biocarburants (huile végétale, biodiesel, éthanol) aux produits pétroliers dans l’hypothèse où la matière première est disponible et selon une mise en œuvre du scénario 2 dès 2010 (taux de substitution d’HVP de 10% en 2010, 25% en 2011, 50% en 2012, 70% en 2013 et 90% à partir de 2014) et du scénario 3 dès 2015 (taux de substitution de 10% de l’éthanol au super à partir de 2015; taux de substitution du biodiesel au gasoil de 10% en 2015, 20% en 2016, 30% en 2017, 40% en 2018, 50% en 2019, 60% en 2020). La mise en œuvre du scénario 1 à partir de 2011 se traduirait par de la création d’énergie nouvelle en milieu rural.

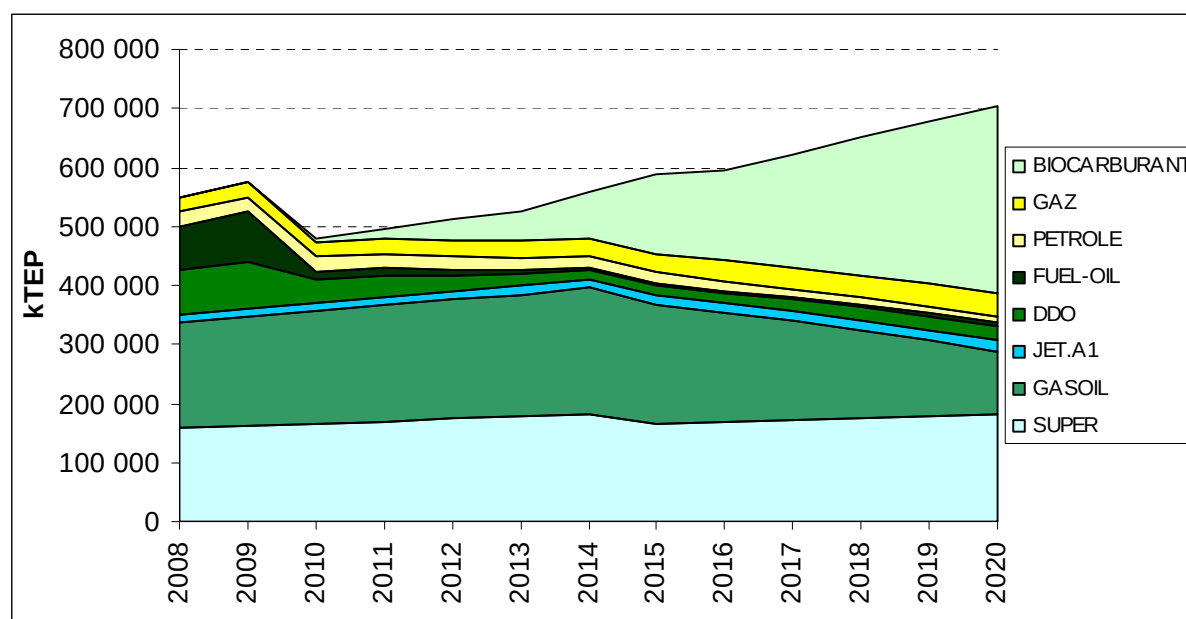


Fig.2. Substitution potentielle des biocarburants aux produits pétroliers importés

6. Recommandations à court terme pour la mise en œuvre du scénario 2

L’analyse des opportunités de développement des biocarburants au Burkina Faso a montré l’intérêt de développer en priorité le scénario 2. Néanmoins, sa mise en œuvre à court terme suppose de lever plusieurs verrous et de mettre en place des mesures d’atténuation des risques, comme proposé dans le tableau ci dessous.

Verrous / Risques	Recommandations
Production agricole (culture et cueillette)	
Mauvaise maîtrise des cultures de nouvelles plantes comme le jatropha, le ricin ou le tournesol	Mise en place de programmes de recherche agronomique pour optimiser les systèmes de production en situation Afrique de l'Ouest et optimiser les impacts environnementaux et sociaux
Risque de spécialisation des paysans dans la culture du jatropha pour la production d'énergie : => dépendance à un seul marché pour les huiles => pas de retour sur capital avant 3 ans (plante pérenne) => pas de co-valorisation des tourteaux	Rachat au niveau de la Sonabhy de tout type d'huile à partir d'oléagineux
Accès difficile aux semences de certains oléagineux (tournesol, arachide...)	Financement de programmes nationaux d'approvisionnement en semences (mise à disposition, diffusion de semences non hybrides...)
Accès aux crédits carbone pour rentabiliser au maximum les surfaces d'agroforesterie (Jatropha, morenga...) en monnayant la séquestration du carbone (par des crédits carbone)	Privilégier le marché des crédits carbone volontaires pour les projets de foresterie, en optant pour un label de certification mettant en valeur les bénéfices socio-économiques Développer la recherche dans le domaine de la séquestration de carbone au niveau du couvert végétal S'appuyer sur des experts pour garantir l'éligibilité du projet
Transformation graine en huile	
Pas de réels verrous technologiques, faible disponibilité des presses / filtres (coût élevé)	Si le marché de l'huile carburant se met en place, on peut supposer que le marché des presses et filtres va se développer
Absence de filière depuis la collecte des graines jusqu'à l'approvisionnement de la Sonabhy.	Appui à la structuration d'une filière d'approvisionnement (collecte des graines, presse mobile, acheminement vers la Sonabhy)
Risque d'intoxication des consommateurs d'huile alimentaire si mélange d'huiles de plante comestible et non comestible	Appui à la contractualisation entre la Sonabhy et des professionnels de la transformation/ approvisionnement en huile (équipements, formation, cahier des charges) et/ou mise en place d'un dispositif de pressage direct à la Sonabhy => pas de souci de mélange et bonne qualité de l'huile
Risque de s'approvisionner en huiles de qualité très différentes (selon le process d'extraction) qui peuvent nécessiter du retraitement au niveau de la Sonabhy	⇒ Mêmes recommandations que ci-dessus ⇒ Besoin de normes/standards permettant d'attester de la qualité des huiles carburantes (recherches au 2iE/Cirad) ⇒ Instauration d'un prix de rachat de l'huile au niveau de la Sonabhy en fonction de la qualité des huiles
Rachat de l'huile par la Sonabhy	
Risque de prix de rachat en concurrence avec les huiles végétales alimentaires	Fixation/ indexation des prix de rachat en commission à échéances régulières en fonction des prix des oléagineux alimentaires
Risque de prix de rachat trop bas => mauvaise rémunération paysans	Subvention de l'Etat pour rendre le litre d'huile carburant rentable et rémunérateur
Conditionnement / processing de l'huile ou du mélange huile / fuel oil au sein de la Sonabhy	
Manque d'équipements et de savoir faire pour incorporer/stocker les huiles dans le fuel oil et pour attester de la qualité des carburants	Appui à la Sonabhy pour l'acquisition d'équipements adaptés. Test des mélanges en laboratoire (2iE/Cirad). Développement de standards de qualité.
Rachat de l'huile par la Sonabel	
Risque de prix > au prix fuel oil (à court terme)	Subvention temporaire de l'Etat pour rendre le litre d'huile carburant compétitif mais avec l'augmentation des prix du pétrole possibilité de taxes/revenus pour l'Etat
Utilisation de l'huile par la Sonabel	
Situation actuelle de vide juridique concernant l'utilisation de biocarburants sur le territoire	Aménagement de la réglementation
Risque d'inéligibilité aux crédits carbone du projet de substitution du carburant fossile par les huiles végétales par manque de connaissances techniques et scientifiques nécessaires à l'élaboration du dossier	Recherche par la Sonabel/Sonabhy d'appui technique (2iE, Cirad,...), financier (traders européens, bailleurs internationaux...) et institutionnel (SP/Conedd) pour l'élaboration en amont d'un dossier éligible aux crédits carbone (MDP)

Recommandations pour la mise en œuvre du scénario 2

Dès 2010, les premières récoltes de Jatropha (environ 70 000 ha plantés en 2008) vont donner leurs fruits et pourront approvisionner la Sonabel, acteur clé de ce scénario. Il est indispensable de créer les conditions pour qu'une gamme plus large de plantes se développe : recherche pour la maîtrise et l'optimisation des systèmes de culture et mise en place de mesures gouvernementales incitatives (appui au marché des semences, appui technique...). Il s'agit bien de partir d'un savoir faire local à améliorer pour développer des plantations plus

importantes ayant vocation à approvisionner plusieurs marchés (huile alimentaire, alimentation animale, production d'énergie) selon leurs cours mondiaux.

Ce scénario peut significativement changer les conditions d'approvisionnement énergétique du pays car tout en montant progressivement en puissance (en fonction des approvisionnements), il peut substituer des biocarburants jusqu'à plus de 20% des importations actuelles de produits pétroliers.

Un certain nombre d'options restent à définir pour mettre en place ce scénario qui nécessite l'adhésion de nombreux décideurs et acteurs potentiels de la filière (groupements de producteurs, intermédiaires, Sonabhy, Sonabel...) Les graines d'oléagineux peuvent être pressées dans les villages près des zones de production et/ou à la Sonabhy. Ainsi, le pressage peut être fait par des groupements de producteurs souhaitant ajouter de la valeur à leur production agricole ou par des opérateurs privés souhaitant se professionnaliser dans cette activité (collecte et pressage) ou encore par des agents de la Sonabhy sur le terrain à l'aide d'une presse mobile. L'arbitrage entre ces différentes possibilités se fera en fonction des possibilités réelles d'imposer un certain niveau de qualité aux opérateurs de la filière et de la comparaison des coûts de transport graine/huile/tourteau qui dépendront de la localisation des zones de culture et des établissements de la Sonabhy et de la Sonabel. Une restructuration de ces réseaux vers plus de décentralisation doit être envisagée et encouragée par l'Etat.

Si elle adhère au projet, la Sonabhy aura besoin d'être soutenue et accompagnée dans ses efforts de développement d'énergie nouvelle et propre par une forte volonté nationale.

L'Etat aura également un rôle important à jouer par la subvention qu'il attribuera aux biocarburants afin qu'ils soient d'entrée compétitifs, rentables et rémunérateurs pour l'ensemble des acteurs de la filière, au vu des bénéfices engendrés pour l'économie nationale (aux niveaux micro et macro économiques) et l'environnement (crédits carbone). Stratégiquement, il s'agit de transférer momentanément les subventions à l'utilisation de produits importés (non créateurs de valeur ajoutée et d'emplois nationaux) par la Sonabel (qui s'élèvent à 95 Fcfa/l pour le DDO et 177 Fcfa/l pour le fuel oil et réduisent ainsi le prix de vente à la Sonabel de 27% pour le DDO et de 85% pour le Fuel Oil) vers le développement du secteur agricole national (créateur de valeur ajoutée et d'emplois nationaux) sous forme d'appui à la production oléagineuse.

A court terme, le prix du litre de biocarburant doit être fixé légèrement en dessous de celui du carburant subventionné par un mécanisme de transfert de subvention (dans le cas probable où le prix de revient du biocarburant est supérieur à ce prix de vente) ((1) dans Fig.3) et/ou de taxe (au fur et à mesure où le prix de revient de l'huile devient inférieur à ce prix et qu'il n'existe pas de marché alimentaire comme pour le jatropha) réinvestie dans la production agricole ((2) dans Fig.3) et/ou de subvention supplémentaire provisoire à la sécurité alimentaire pour que le marché alimentaire rémunère toujours plus le paysan que le marché énergétique ((3) dans Fig.3).

A moyen terme, le prix de l'huile alimentaire amorcera un mouvement à la baisse malgré de fortes variations conjoncturelles (liées à la situation du marché international) sous l'effet de l'augmentation de la production oléagineuse dans le pays et l'écart croissant entre le prix du biocarburant (indexé sur celui du gasoil même s'il s'en éloigne) et le prix de revient de l'huile végétale pourra continuer à financer l'appui à la production oléagineuse et la subvention à la sécurité alimentaire quand les autres produits oléagineux entreront dans ce circuit (le maintien

d'un prix de l'huile destiné à la production d'énergie à un niveau légèrement inférieur à celui de l'huile destinée à l'alimentation).

A plus long terme, le prix du biocarburant sera déconnecté de celui du pétrole et permettra ainsi l'accès à une énergie significativement moins chère sans appui de l'Etat et rentable pour les différents agents de la filière biocarburant. A ce moment là, l'Etat ne devra subventionner ni la production agricole (puisque la production oléagineuse ne sera plus déficitaire) ni le prix de l'électricité (puisque ses coûts de production auront sensiblement diminué).

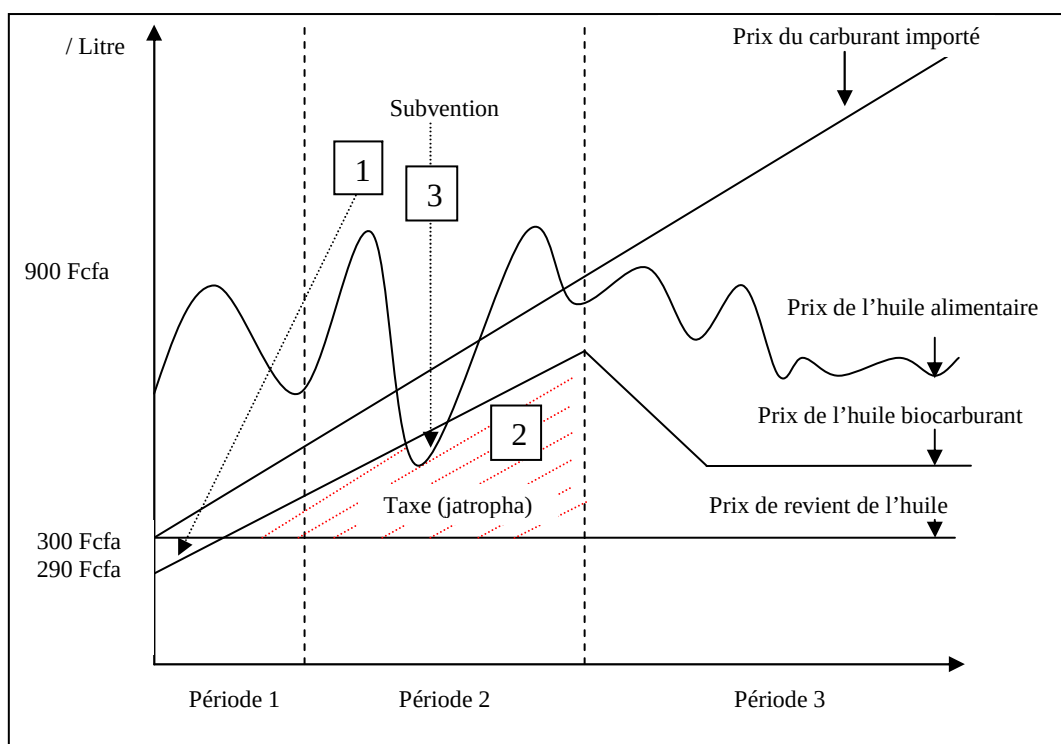


Fig. 3. Politique des prix relative au scénario 2

Un partage des résultats de cette étude avec les parties prenantes s'impose pour valider les choix proposés. L'étape suivante devra consister en une analyse de faisabilité et coût avantages des options retenues.

English Summary

Burkina Faso, a poor country in the heart of the Sahel, is strongly dependant on its hydrocarbon imports mostly for transport, motor and electric energy production. Considering the increasing price of the fuel barrel on the long term, the considerable demographic growth and the development of the countries' economic activities, Burkina Faso government wishes to set up a policy allowing a greater independence from hydrocarbons and a strategy of rational energy use. It is in this context that Burkina Faso is interested in the potentialities of biofuels to meet its energy needs.

There is currently no real biofuels' development strategy in the country. In order to offer a legal and institutional framework to those who carry out projects, among which ten are already present in the country, Burkina Faso must urgently adopt regulation and follow up measures for these new channels, in coherence with the agricultural development policy it wants to promote. The present study aims at providing technical, economic, social and environmental arguments to enlighten the actors (ministries, private operators, organizations of producers, NGOs, etc) in the implementation of biofuels' promotion strategy.

The needs analysis highlighted the low national fuel consumption power due to its prohibitive price; but also a strong demand growth, necessary to national development and essential to the achievement of the Millennium Development Goals that were assigned to the government. Indeed, energy availability allows modernizing the basic social services which are health, education, drinking water supply, cooking, lighting and telecommunications; as well as develop producing activities; in particular those related to the valorization and transformation of the agro pastoral products for urban markets.

Thus, this barrier to development creates an attractive opportunity for biofuels' substitution to oil products, to both reduce the energy invoice - which limits the development of national industry- and develop income, generating channels in the agricultural sector and energy sources in rural areas. Facing these challenges, the development of cultures intended for biofuels' production seems interesting to explore for the country, while taking into account the country's agricultural and land situation and apprehending the socio-economic and environmental impacts.

1. Energy needs analysis

In rural areas, wood and coal are the main sources of energy available and therefore represent more than 80% of power consumption at a national level. Burkina Faso's energy poverty is illustrated by the low level consumption of hydrocarbon which represents the equivalent of 275 litres of super per inhabitant and per year, weighing down on the country's trade balance, as the consumption represents more than 50% (218 billion FCFA in 2007) of the national trade balance. Because of the fuel's increasing price (inevitable on the long run as available fossil resources become scarce) and of the growing needs (from 1993 to 2007 the hydrocarbon total consumption has almost been multiplied by 3), this dependence will raise strong pressures on the economy of the country.

Energy consumption from oil products is divided into three main stages which are:

- light transport and heavy lorries by diesel vehicles represent 33%
- light transport by gas vehicles represents 30%
- electric production represents 23%.

Based on these observations, the implementation of a biofuels' development strategy must:

- **substitute biofuels for imported hydrocarbons**, by aiming at the three sectors mentioned above
- **develop the access to energy in rural areas** with local production and local use of biofuels and therefore develop new activities.

2. Biofuels' Technical and Agronomic Potentialities

a. Technical potentialities

Various types of 1st generation biofuels (mature and applicable technology in the short run) can be produced in Burkina Faso. In order to meet the needs mentioned above, the strategy to be set up depends on the type of culture to develop and the characteristics of the biofuels obtained:

- **Raw Vegetal Oil (RVO)** produced by oleaginous plants are obtained by simple technologies, available from the village to industrial scale. They are mainly for static diesel engines (generators, mills, motor-pumps, etc). Considering specificities of plant oil compared to gas oil or fuel, its use requires a pre-heating to obtain a sufficient temperature in the combustion chamber for a complete auto-combustion. The use of a bicarburation kit is recommended (little expensive, simple and safe).

Oil quality must also be guaranteed (filtered and dried) to optimize operation and to ensure the engine life span.

Once the conditions for a good combustion of plant oils are gathered, the performances and the emissions are quite comparable with those obtained with gas oil or fuel.

- **Biodiesel**, produced by oil esterification and alcohol, requires obligatorily an industrial process which is mature only for a methanol etherification. It is for any type of diesel engine (transport) with physicochemical characteristics very close to those of gas oil (in particular viscosity). It can replace the latter at 100% without problem for the engine (except some modifications and maintenance on the joints and rubbers in general).

- **Bioethanol**, produced by sugar or starch-based plants, also requires an industrial process that needs a lot of energy. It is used with petrol engines in mixture up to 10% for classical engines or up to 100% for specific engines (flex fuel).

b. Agronomic potentialities

The agricultural lands sowed yearly account for approximately only 40% of the cultivable potential, leaving large surfaces available for new productions. However, approximately 11% of Burkina lands, mainly in the North of the country, were considered as very degraded in 2002. Difficulties in the access to energy (mechanization, irrigation, etc.) constitute a major obstacle for the development of rural areas. The agricultural production is family based: traditional small-scale farmings with poor yield³, average surfaces cultivated per unit of exploitation varying from 1,5 to 12 ha according to regions, low equipped exploitations (only 30% of the exploitations are equipped in chain with harnessed culture)...

³ Cotton increasingly occupies the best lands, taking advantage of almost all the inputs (fertilizing, insecticidal, pesticides), of the equipment, the financings to production as well as marketing, of the best support/council, because of its preponderance in exports and of the integrated organization of the channel. Its outputs are however stationary with an average of 1.11 T/ha during the period 1995 to 2005.

- Potential plants for RVO or bio diesel production

Many plants, comestible and non comestible, are available and/or are already being cultivated in Burkina Faso, and could produce biofuels. With the kind of weather that prevails in Burkina Faso, the plants potentially interesting for the RVO production are jatropha, cotton, sunflower, nut and soya.

The large majority of the projects in progress in the country grow *Jatropha curcas*. Indeed, the chronic food insecurity of the country tends to exclude comestible oilseeds from the potential plants to produce biofuel. Moreover, the virtues of jatropha (no competition with comestible plants, regeneration of degraded lands, may grow with little rainfall, etc) militate for this plant in the fight against the desertification of the country. However, it is noticed that most of the projects of industrial dimensions have set their plantations in the South of the country, on fertile irrigable lands for better productivity. The cotton crisis, an important media campaign and the personality and activism of Larlé Naaba have made the producers adhere to the project. Thus, the advantages of the plant are to be moderated:

- very few reliable agronomic data exist,
- Perennial, it needs three years to grow before production,
- Its oil cake is toxic and can only be used as combustible solid,
- it needs fertile lands, even accentuates deforestation in the provinces of the South and competes de facto with food production. Finally, as the oil market is all but stable, no one can right now predict the level of profitability in two or three years when plantations of jatropha will start producing.

Moreover, Burkina Faso cannot only focus on jatropha to develop biofuels, the country must diversify its productions while guaranteeing a balance between food and energetic markets by setting the right policies and strategies.

In spite of the cotton crisis and the recent bad harvest, cotton seeds may be developed and increase in value on the biofuel market. The advantages of cotton are mainly:

- The cattle may eat its oil cake,
- As the main cash crop, production and distribution are already very well structured as units and production potentials.
- Irrigation is not necessary,
- There is a wide range of opportunities for comestible and non comestible oil.

Nevertheless, competition with comestible oil, the negative impacts of the culture on the soils, as well as the increasing price of cotton seeds and weak oil production per hectare are risks and disadvantages to consider before producing biofuels with cotton. Because of an important use of pesticides and chemicals, risks to consume this cotton have been observed and this can help the energetic market take advantage of this situation.

In Burkina, cotton biofuel projects have been seriously considered (SN Citec, STAB...) but were finally postponed because of the cotton market current crisis.

These drawbacks lead to the need for exploration of other plants' potential such as the sunflower for instance, that presents a good oil yield in rainfall conditions. Finally, re-launching other neglected seeds like soya and peanuts could also offer advantages and opportunities that could contribute to the broadening of family production systems and financial revenues in rural areas.

As for soya, sunflower and peanuts, possibilities to market the oil cake and answer lots of other demands considering international and national context, are opportunities to be

considered. However, to develop these cultures, one must take into account the difficult access to seeds by lack of credit problems, and for some plants (sunflower) the fact that only hybrid varieties of seeds are available at a very high cost.

Considering the farming sector's organization and regardless of agronomic options, it is fundamental to prioritize family farming rather than industrial plantations. This is mainly to avoid competition on land and even water resources and to promote and/or launch other cash crops. This strategy would contribute not only to reinforce the rural world by organizing producer groups and/or transformation cooperatives but also to make energy services available.

Then, these channels' promoters would have to set up a plan in collaboration with state authorities to coach farmers (technical council, credit seeds access, channel organization, support to farmer and producer organizations, etc.).

The securing of supplies provided by agribusiness biofuels' productions might be interesting but should be carefully coached and if possible coupled with farmers' supplies, in order to give priority to family production systems in the long term. Then, local farmers' rights to land as well as incentive policies must be implemented.

- Potential plants to produce ethanol

To produce bioethanol, the industrial dimension of the production needs a secured raw materials supply. Sugar cane offers the most interesting potential, but requires irrigable land and an agribusiness production mode. So if areas required to meet the national demand in ethanol remain modest, this option must be closely supervised so as not to monopolize land and water resources at the expense of family businesses and the country's food security.

Sweet sorghum is an interesting crop as populations are used to sorghum cultivation and because it does not compete with other crops, in addition only the stem is used to make bioethanol and the seed remains for food. Moreover, one could imagine the setting up of farmers' supply chain for this particular plant. However, it is essential to favor agronomic research because of the lack of experience on this sugar plant in the sub region.

3. Various development scenarios starting from situation of the projects

The projects in progress in Burkina Faso only focus on raw vegetal oil channels on a short term and biodiesel on the long term and are mainly based on the jatropha culture. They nevertheless are much diversified as for their mode of implementation (Community, individual farming, industrial) and their objectives. None for the moment, concerns ethanol. So, if some projects aimed at the export market initially, all now concentrate on the national/regional market, because of the European ban on biofuels' imports.

• *Scenario 1: energy development in rural area*

Few projects concern the implementation of short channels for local production of RVO for motive power and/or for generating electricity equipment at a village level (Vivre au village 'Living in the Village', Tii Palga, Boni, Wouol...). Some of them can be found in the North of the country (Djibo, Ouahigouya) and the goals can also aim at reforestation, regeneration of degraded lands (New Tree) and anti-erosive fight. They correspond to a **first scenario of development aiming at offering energy access in rural area by the local production of RVO.**

The study shows the weak mobilization of village areas needed for the development of this scenario: it is necessary to cultivate between 5 and 16 hectares of jatropha to meet the energy needs of a multifunctional platform (PTF), substituting 100% of fuel with jatropha RVO.

- **Scenario 2: RVO channels for electricity production**

Several projects relate to the implementation of a RVO production channel, and in the long term - for some projects- to the implementation of biodiesel on a semi-industrial to industrial scale. The majority are counting on jatropha farmers for the supply (Aprojer, Larle Naaba). Some are planning to grow jatropha on a more or less agro-industrial larger scale (Ilaria Burkina, AgroEd, Agritech Faso). Nevertheless, the government is reticent to grant broad surfaces to the production of biofuels, as it is conscious of the risks of competition on the land resources and food safety. Two projects have been trying sunflower cultivation (SN Citec and AgroEd), another ricinus (Larle Naaba). All these projects are localized in the south of the country, on arable lands and in full field culture (associated sometimes with other crops), some aimed at first at the export market. Now, most of the projects re-focus on the national market again, they can answer a *second scenario of development which consists in developing a RVO channel in order to replace the 23% of hydrocarbon imported used by power stations of Sonabel to produce electricity.*

This option would allow, with less than 10% of the arable lands (whatever the crop plant) and simple technologies, to replace 30% of hydrocarbons used for electric production, to reduce the energy invoice and the cost of electricity and remunerate Burkina farmers rather than oil multinationals. The substitution of 100% of hydrocarbons used for electric production would require between 2 and 18% of the arable lands depending on the plant cultivated.

Vegetal oil	Jatropha	Sunflower	Groundnut	Cotton	Soya
Productivity in m3 oil per ha	0.14 to 0.8	0.53 to 0.66	0.35	0.1 to 0.125	0.28
Hydrocarbon consumption used to produce electricity in 2007: 141,827 m3					
Ha necessary for the substitution for 30% of hydrocarbons used to produce electricity	60,000 for 350,000	70,000 for 90,000	135,000	400,000 for 500,000	150,000 for 200,000
% of arable lands in Burkina	1 to 4%	1%	1 to 2%	4 to 6%	2%
Ha necessary to substitute 100% for hydrocarbons used for electric production	200,000 for 1,150,000	200,000 for 300,000	450,000	1,300,000 for 1,600,000	550,000 for 600,000
% of arable lands in Burkina	2 to 13%	3 to 4%	5%	14 to 18%	6 to 7%

The use of RVO in power stations engines can vary from 0 to 100% depending on the RVO availability. This scenario thus allows the progressive installation of the channel while being based on a limited number of actors with important financial means (Sonabel and Sonabhy).

- **Scenario 3: biofuel in transport**

A third scenario concerns the substitution of fuel by biodiesel for between 0 to 100% of the fuel used or the incorporation of up to 10% of ethanol in fuel for light transport

vehicles. That would allow the substitution of fuel and part of the imported gas oil for vehicles, by biofuels.

However, the technico-economic profitability of these two options is reached only for industrial production facilities (unit of esterification and profitable distilling starting from 20,000 tons/year). This scenario is not possible in the short term if we consider the industrial process, the investments as well as technology to be set up.

As the table shows it below, the surfaces to mobilize to be able to incorporate up to 10% of ethanol in the fuel oil consumed in Burkina represent less than 4% of the irrigable grounds:

Ethanol	Sugar Cane	Manioc	Cashew nut	Sugar sorghum
ethanol m3 Productivity per ha	4 to 6	1.78 to 3	0.15 to 0.18	0.6 to 1.12 ^{4[2]}
Gasoline Consumption 2007: 210,855 m3				
Ha necessary for the substitution of 10% ethanol	5,300 to 8,000	10,000 to 18, 000	170,000 to 220,000	30,000 to 55,000
% of arable or irrigable surface in Burkina	2 to 4% of the irrigable lands	4 to 8% of the irrigable lands	2 to 3% of arable lands	0.3 to 1% of arable lands

These three scenarios advocate biofuels' production and consumption on a local scale rather than for exportations, in order to achieve the national development goals of the energy sector and the creation of direct and induced added value related to energy production at a national level.

The feasibility and the development's impacts of these different scenarios can only be apprehended in a qualitative way, considering the diversity and variability of the markets concerned (hydrocarbons, comestible oils, and electricity) and the little agronomic knowledge on these energetic cultures.

4. Evaluation of biofuels' development scenarios

Scenario 1 presents the most interesting impacts in terms of development in rural environment. It allows an access to energy services in village areas, the development of income generating activities and can be implemented on limited surfaces, degraded lands or in quickset hedges if the low concerned volumes are taken into account. It also engages in environment protection by reducing the pressure on forest resources, principal source of energy in rural area. It does not present a particular difficulty of implementation on the technical level (technology mature and available, limited biomass transport...) and seems adapted to the social conditions of rural populations (weak mobilization of land, limited investment...).

^{4[2]} Estimate for sugar sorghum production in rainy season

Nevertheless, its implementation may raise important obstacles related to the actors' capacity to deal with and develop a perennial community action in addition to managing plantations and press equipment.

This scenario is strongly conditioned by the success of the PTF program, which could develop RVO in rural environment, but which does not yet really appear reliable in the country. Lastly, this scenario is subjected to the improvement of agronomic knowledge of the oleaginous cultures adapted to the agro-climatic and social conditions of West Africa.

Scenario 2 is particularly interesting because it could adapt to an increasing production of oil in the next years, without impacting on the profitability of sophisticated equipment, since used technologies are simple. It can be implemented rather quickly and includes important expansion margins (up to 90% substituted for the oil used by Sonabel). In the short run, this scenario allows to ensure a perennial market for the jatropha plantations which have been planted these two last years. Based on jatropha production, it can very quickly be extended to the use of any type of more profitable oilseeds for producers. Indeed, in the case of food plants use, the possible fluctuation without consequence of oil contributions in the system offers farmers appreciable flexibility to choose between food or energy market price. If the press is decentralized, the transformation equipment will easily make profits.

At the macro-economic level, this scenario can simultaneously, if it is carried out well, reduce the electricity cost for households, companies and administrations, the amount of DDO State grants the oil bill. Indeed, for any importation reduction of 1000 L DDO for electric production or Fuel oil, the State saves in terms of taxes respectively 95,000 F cfa and 177,000 F cfa. Moreover, the fact of substituting a “renewable” fuel for hydrocarbons will lead to the reduction of greenhouse gas emissions. This environmental effort can therefore be profitable on the international carbon market for Sonabel which will thus all the more take advantage of its investment.

Scenario 3 would decrease in an important way Burkina Faso's oil bill, since 60% of the imported petroleum products are for transport, and would thus contribute to the country's opening-up. However it must be necessarily conceived on an industrial scale with transformation units of several hundreds of thousands of tons and a secured supply capacity for raw materials. The production system to be developed thus implies land and water resources mobilization at the expense of the country's production systems, and exposes this channel to an increase in land related conflicts and risks.

This scenario thus requires consequent investments and a solid channel organization which cannot be set on the short term and needs an adapted framework. Moreover, it supposes the regulation of products' standardization and the promoting of exportations. Besides, the negative environmental impacts that can be generated (deforestation, land erosion ...) requires the setting up of strict rules.

5. Risks Analysis and Scenarios Implementation

The analysis of potential risks and impacts shows the immediate interest that **scenario 2** could represent for Burkina Faso. Indeed, the implementation of this scenario is credible: simple and flexible, it ensures a market for producers already engaged in the production of oilseeds and is of true interest for all actors in the channel.

Moreover, **scenario 2** may very well work with and can even be a prerequisite to **scenario 1**. The latter indeed will develop more easily when the village PTF plantations reach a

sufficiently large size and when the producers will acquire experience in terms of culture and extraction technique. **Scenario 2** at first will enable producers to organize a local channel of oil production. Quickly, the producers will rather preserve part of their production of oil to use it in their motor-driven pumps engines, mill or PTF rather than to sell all the production and then have to repurchase fuel or DDO.

Sonabel, via Sonabhy is able to repurchase any type of vegetal oil produced at a price indexed to comestible oils price and negotiated annually with the channel actors and the State (slightly below to avoid shortage of food resources, slightly above to stimulate the oleaginous production so as to sufficiently supply the food market). Quickly enough the producers should be oriented towards the annual production of oleaginous plants, more profitable in short and long terms, with short cycle and especially they may be profitable on the food or energy markets and provide oil cake which can be used to feed the cattle; rather than jatropha oil production whose only market is that of energy.

Scenario 3 supposes an important technological jump and presents a certain number of risks (land competition between energy cultures and food cultures, competition between national use and export...), controllable thanks to a legal framework which for the moment is not operational in the country.

Thus, a relevant strategy for the country consists in implementing short-term scenario 2 and gathering some preliminary conditions before setting up scenarios type 1 then 3: to define rules which aim at framing fair biofuel development in the country, to look further into the agronomic research on the biofuel plants development in the Soudano-Sahelian zone (jatropha but also sunflower, soya, sweet sorghum), to carry out collective action controls in terms of organization of biofuel short channels connected to PTF, and to develop standards to attest oils' quality...

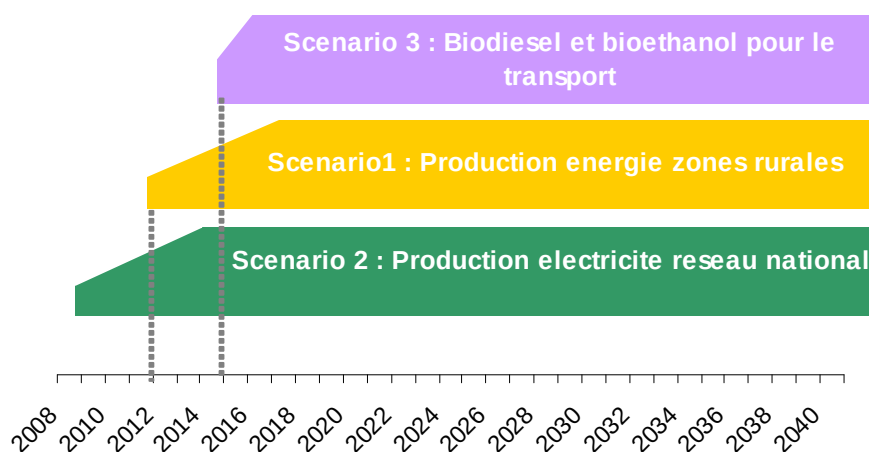


Figure 1: Planning the implementation of the proposed scenarios

The implementation of these scenarios one after another, will also allow to take the time to meet the conditions of the technico-economic feasibility of **scenario 3** which would enhance the consequent reduction of the oil bill by 2015.

The following graph simulates the potential substitution of biofuels (vegetal oil, bio diesel, ethanol) for petroleum products, provided raw material is available and according to an implementation of **scenario 2** as soon as 2010 (RVO substitution rate of 10% in 2010, 25% in 2011, 50% in 2012, 70% in 2013 and 90% from 2014) and of **scenario 3** by 2015 (substitution rate of 10% of ethanol for super from 2015; substitution rate of bio diesel for gas oil of 10% in 2015, 20% in 2016, 30% in 2017, 40% in 2018, 50% in 2019, 60% in 2020).

The implementation of **scenario 1** from 2011 would result in creating new energy into rural areas.

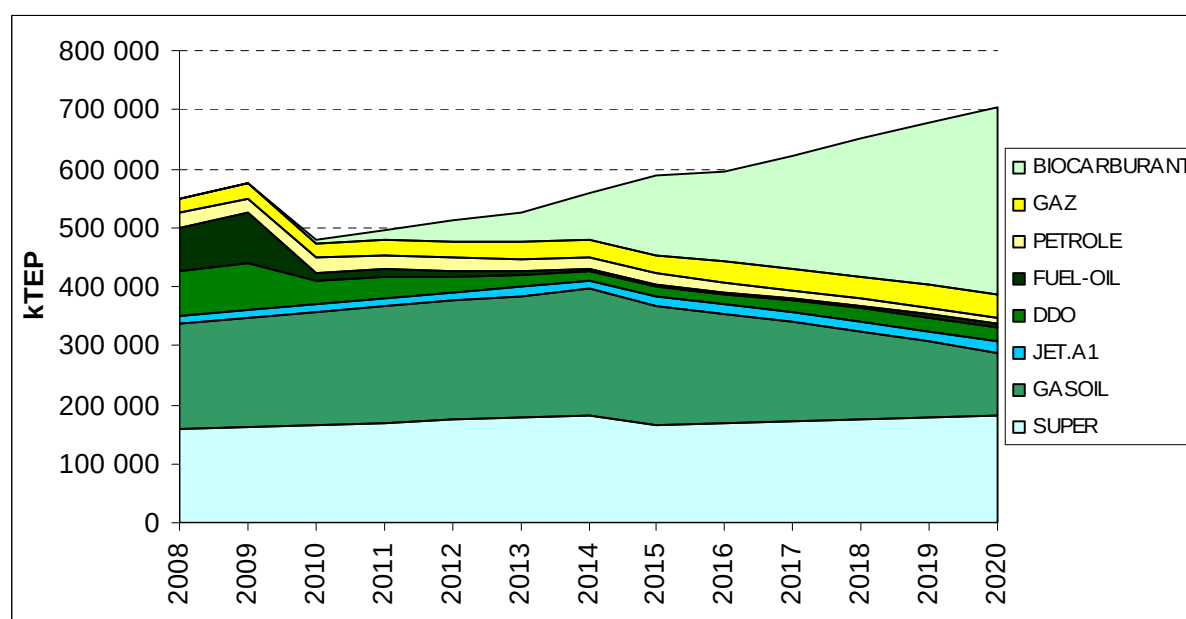


Figure 2: Biofuels' Potential substitution for imported petroleum products

6. Short-term Recommendations for scenario 2 implementation

The analysis of the relevance biofuel development in Burkina Faso showed the interest to develop in priority scenario 2. Nevertheless, its short-term implementation implies overcoming several obstacles and setting up measures to lessen the risks, as proposed in this table.

Stages	Obstacles/Risks	Recommendations
Agricultural production (culture and harvest)	Bad control of new plants cultures like jatropa, ricinus or sunflower	Implementation of agronomic research programs to optimize the systems of production in West Africa and environmental and social impacts
	Risk of farmers specializing in jatropa culture for energy production: => dependence on one market only for oils => no capital return before 3 years (perennial plant) => no oil cake co-valorization	Repurchase by Sonabhy of any type of oil from oilseeds
	Difficult access to certain oilseeds (sunflower, groundnut...)	Financing of national programs to supply seeds (improve availability and diffusion of non hybrid seeds...)
	Access to carbon credits to make profitable surfaces of agroforestry (Jatropa, moringa...) by valorizing the reduction of greenhouse gas.	Give priority to the voluntary carbon market for forestry projects, while choosing a certification label and emphasize on the socio-economic profits To develop research on photosynthesis To use the experience of outstanding experts to enhance the project chances
Seeds Transformation into oil	Not real technological obstacles, low availability of presses/filters (high cost)	If the oil fuel market is set up, one can suppose that the market of the presses and filters will develop
	Absence of channels from the seeds collection to Sonabhy supply.	Support structuring a supply channel (collection of seeds, mobile presses, transport to Sonabhy)
	Intoxication Risk for comestible oil for consumers if they are mixed with non comestible plants	Support the contractualisation between Sonabhy and oil transformation/supply professionals (equipment, formation, conditions....) and/or installation of a pressing device right at Sonabhy => no mixture and quality preoccupation
	Likely to get very different oils in terms of quality (depending on the extraction process) which can require reprocessing for Sonabhy	=> same recommendations as above => needs in standards/norms to attest oil quality (2IE/Cirad research) Setting of a repurchase price of oil by Sonabhy depending on the oils quality
Repurchase of oil by Sonabhy	repurchase price competition risks with comestible vegetal oils	Fixing/indexing the repurchase prices by a committee in regular terms depending on the prices of comestible oilseeds
	Risk of too low repurchase price=> bad remuneration for farmers	State grant to make the oil litre profitable and remunerative
Conditioning/processing of oil or the mixture oils/fuel oil within Sonabhy	Lack of equipment and know how to incorporate/store oils in fuel oil and attest fuel quality	Support Sonabhy for the acquisition of adapted equipment. Test of the mixtures in laboratory (2IE/Cirad). Development of quality standards.
Repurchase of oil by Sonabel	Risk price > at the fuel oil price (in the short run)	Temporary State subsidy to make the liter of oil competitive but with oil price rise, possibility of taxes/incomes for the State
Use of oil by Sonabel	Current situation of legal gap concerning the use of biofuels on the territory	Regulations Adjustment
	Risk for the project chances with the carbon credits for substitution of fossil fuel for vegetal oils because of lack of technical and scientific training necessary to the file development	Search by Sonabel/Sonabhy of technical support (2iE, Cirad,...), financial (European traders, International backers...) and institutional (SP/Conedd) for the development of a successful file as for carbon credits (MDP)

Recommendations for the implementation of scenario 2

From 2010, the first *Jatropha* harvests (approximately 70 000 ha planted in 2008) will give their fruits and will be able to supply Sonabel, the key actor of this scenario. It is essential to create the conditions so that a broader range of plants develops: research on the farming systems control, optimization and installation of incentive governmental measures (support to the seeds market, technical support...). The idea would be to start from improved local know how to develop more important plantations to supply several markets (comestible oil, animal foods, energy production) depending on international set prices .

This scenario can significantly change the conditions of the country's energy supply because while going up gradually in power (depending on supplies), it can substitute biofuel up to more than 20% for the current imports of petroleum products.

A certain number of options have to be defined to set up this scenario which requires the adhesion of many decision makers and potential actors of the channels (producer groups, intermediaries, Sonabhy, Sonabel...) The oilseeds can be pressed in the villages close to the zones of production and/or at Sonabhy. Thus, pressing can be made by producer groups to add value to their agricultural production or by private operators to get professionalized in this activity (collecting and pressing) or by Sonabhy agents with a mobile press. The choice between these various possibilities will be conditioned to imposing a certain quality level to the operators of the channel and a comparison of the costs of seeds/oil/oil cake transport, which will depend on the localization of Sonabhy and Sonabel's culture zones,. A reorganization of these networks to make them more decentralized must be considered and encouraged by the State.

If it adheres to the project, Sonabhy will need constant support and be accompanied in its development efforts for a new and clean energy by a strong national will.

The State will also have an important role to play with the grants-in-aid to biofuels to make them competitive from the beginning, profitable and remunerative for the whole actors' channel , considering the profits generated for the national economy (at the micro and macro economic levels) and environment (carbon credits). Strategically, it is a question of temporarily transferring the subsidies to the use of imported products (not creating added value and national employment) by Sonabel (which amount to 95 Fcfa/L for DDO and 177 Fcfa/L for fuel oil and thus reduce the selling price to Sonabel of 27% for DDO and 85% for Fuel oil) towards the development of the national agricultural sector (creating added value and national employment) in the form of support to oleaginous production.

In the short run, the price of the biofuel litre must be fixed slightly below that of subsidized fuel by a mechanism of subsidy transfer (in case the cost price of fuel is higher than this selling price) ((1) in Fig. 3) and/or of tax (progressively where the cost price of oil becomes lower than this price and that there is no food market as for *jatropha*) reinvested in the agricultural production ((2) in Fig 3) and/or of provisional additional subsidy to food safety so that the food market always remunerates the farmer more than the energy market ((3) in Fig.3).

In the medium run, the price of comestible oil will start a falling trend in spite of strong variations of the economic situation (related to the international market situation) under the effect of the increase of the oleaginous production in the country and the growing variation between biofuels' prices (indexed on that of gasoil even if it seems to go away from there). The cost price of vegetal oil will then be able to continue to finance the support to the oleaginous production and the subsidy with food safety when other oleaginous

products enter this circuit (keeping an oil price for energy production on a level slightly lower than that of the oil for food).

Later on, the price of biofuel will be disconnected from that of oil and will thus give access to energy at a significantly lower cost without any support from the State and could be more profitable for the various agents of the channel. At this time then, the State won't have to subsidize neither the agricultural production (since the oleaginous production will not register any deficit) nor the price of electricity (since its production costs will have appreciably decreased).

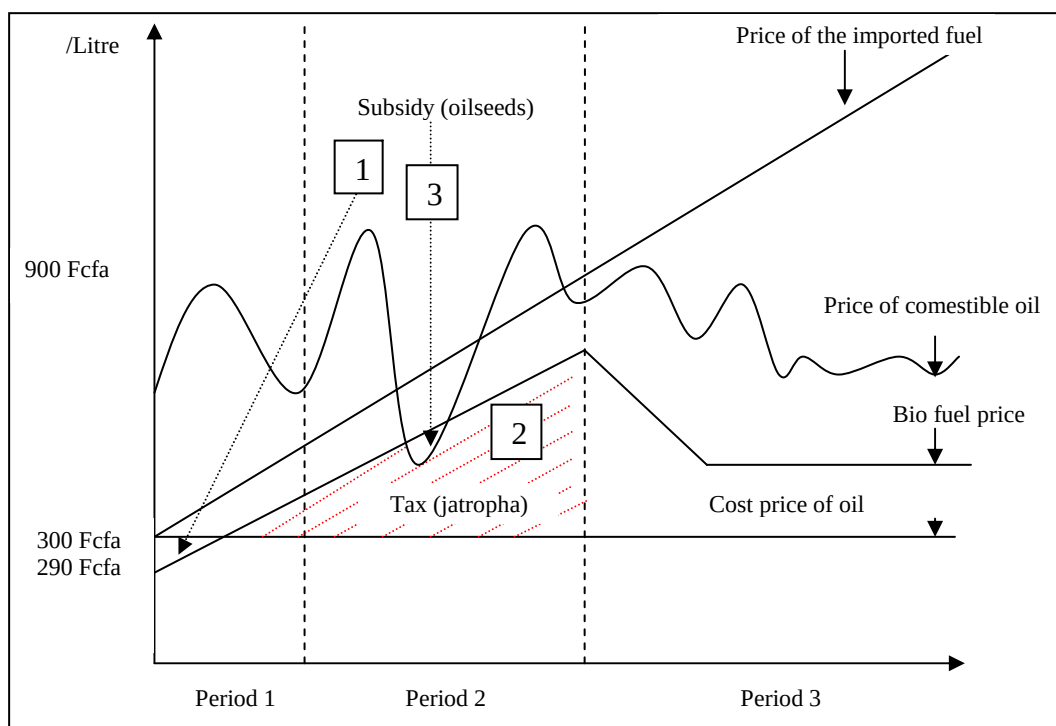


Figure 3: Pricing policy related to scenario 2

Sharing the results of this study with the recipients is essential to validate the choices suggested. The following stage will consist in an analysis of feasibility and cost advantages of the options selected.

^[1] Cotton occupies the best lands more and more, takes advantage of almost all the inputs (fertilizing, insecticidal, pesticides), of the equipment, the financings to production as well as marketing, of the best support/council, because of its preponderance in exports and of the integrated organization of the channel. Its outputs are however stationary with an average of 1.11 T/ha during the period 1995 to 2005.

^[2] Estimate for sugar sorghum production in rainy season

Introduction

La pauvreté énergétique est définie par le PNUD comme l'absence de choix qui donnerait au pays accès à des énergies adéquates, abordables, efficaces et durable pour supporter le développement économique et humain. L'Afrique sub-saharienne est confrontée à de graves difficultés économiques et à une pauvreté qui augmente, la pauvreté touche 44% de la population. 67% des populations rurales et périurbaines ont encore recours de façon massive aux combustibles traditionnels. Pour le reste de leur approvisionnement énergétique, de nombreux pays sont importateurs de pétrole et sont durement touchés par la hausse des prix du baril. La majeure partie de l'Afrique sub-saharienne doit faire face à une facture croissante en énergie commerciale due à la forte croissance de la population, au développement des activités économiques et à l'augmentation des coûts unitaires de l'énergie. L'ensemble de ces facteurs rend prohibitif l'accès à l'énergie d'une large majorité d'individus, ce qui freine la croissance économique de la sous-région.

Pour que l'accès à l'énergie contribue à atteindre les Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD), les pays de la Communauté Economique des Etats d'Afrique de l'Ouest (CEDEAO) et de l'Union Economique et Monétaire Ouest-Africaine (UEMOA) se sont fixés comme objectif, à l'horizon 2015, de permettre au moins à la moitié de la population d'accéder à des services énergétiques modernes. Cela représente une multiplication par quatre du nombre de personnes desservies. Cette politique s'inscrit dans les engagements pris au titre du New Partnership for Africa's Development (NEPAD) par la Fédération des Ministres Africains de l'Energie lors du sommet du Millénaire en septembre 2005 et dans les stratégies nationales d'accès à l'énergie et de réduction de ses coûts dans la région. Le Livre Blanc de la CEDEAO pour une politique régionale axée sur « l'accès aux services énergétiques par les populations rurales et périurbaines pour atteindre les OMD », fixe les grandes orientations d'une stratégie énergétique régionale : le renforcement de l'intégration régionale, la promotion de cadres politiques et institutionnels harmonisés, comme le Document Stratégique de Réduction de la Pauvreté (DSRP) intégrant l'accès aux services énergétiques comme une priorité nationale, et le développement de programmes énergétiques cohérents et axés sur la réduction de la pauvreté en milieu rural et périurbain.

L'accès à l'énergie des populations vulnérables en milieu rural et périurbain consiste en la fourniture de services énergétiques permettant de moderniser les services sociaux de base que sont la santé, l'éducation, l'approvisionnement en eau potable, la cuisson, l'éclairage et les télécommunications, ainsi qu'au développement des activités productrices, notamment celles liées à la valorisation et la transformation des produits agropastoraux à destination des marchés urbains. Ainsi, le programme d'actions proposé dans le Livre Blanc de la CEDEAO est axé sur l'accès aux services de combustion modernes pour la cuisson (butane, foyer amélioré), l'accès aux services de force motrice et l'électrification rurale.

Au Burkina Faso, les faibles niveaux de consommations en hydrocarbures sont fortement liés au caractère prohibitif des coûts de l'énergie que ce soit pour le développement industriel au niveau national que pour les micro-entreprises au niveau local. Cette limitation rend la perspective de substitution par des biocarburants séduisantes pour à la fois : (i) alléger la facture énergétique nationale, (ii) baisser les coûts de production qui limitent le développement du tissu industriel national, (iii) permettre le développement de sources d'énergie en milieu rural et constituer un effet moteur pour une intensification agricole indispensable. Face à ces défis, le développement de cultures destinées à la production de biocarburants apparaît comme une piste intéressante à explorer pour le pays. Cependant, cette

stratégie doit être analysée au regard de la situation agricole et foncière du pays et appréhendée en terme d'impacts socio-économiques et environnementaux.

Selon des études prospectives récentes basées sur l'évolution de l'agriculture au cours des dix dernières années, le taux d'occupation des sols serait de 89% des terres arables d'ici 2030 en Afrique de l'Ouest⁵. Cette perspective n'est pas durable d'un point de vue du maintien de la fertilité de sols fragiles dont il est difficile d'entretenir la fertilité en culture continue. En outre, la pression sur les terres disponibles multiplierait les conflits fonciers en raison de la concurrence exercée sur les espaces actuellement dédiés au pastoralisme. Ce scénario, qui combine contexte international, régional et environnemental défavorables, est le plus pessimiste pour l'évolution de l'agriculture sous-régionale. Mais il correspond à la tendance observée ces dix dernières années au Burkina Faso⁶.

Si on considère le scénario le plus optimiste, caractérisé par un contexte favorable à différentes échelles, il se traduit par une croissance très forte des productions maïs, à la différence du scénario tendanciel précédent, cette augmentation repose sur une forte amélioration des rendements qui doublent en 25 ans. Dans cette perspective, le taux d'utilisation des terres se situe en moyenne régionale CEDEAO à 55% du potentiel cultivable et on peut considérer que ce taux représente le maximum souhaitable dans la région compte tenu de la qualité des sols et de la difficulté d'entretenir la fertilité de terres en culture continue.

Dans ce contexte, quelle peut être la place du développement de cultures destinées à la production de biocarburants ?

« *On nous fait la force* », « *c'est un effet de mode* »⁷. Encensés par les uns pour leur capacité à réduire la facture énergétique et à générer du développement économique, décriés par les autres en cette période d'augmentation des prix agricoles et de risque de compétition entre cultures alimentaires et énergétiques, les biocarburants font l'objet de tous les débats. Pourtant, l'un des effets de la crise récente, qui a agité le spectre de l'insécurité alimentaire, est bien d'avoir montré que l'absence de politiques agricoles dignes de ce nom est l'un des facteurs explicatifs de l'incapacité des pays à dépasser le stade de l'autosuffisance alimentaire. La politique agricole est redécouverte par les institutions internationales comme une voie privilégiée de lutte contre la pauvreté alors qu'elle a été délaissée durant des décennies et la première victime des plans d'ajustement structurel. Comme pour les cultures vivrières, dans le domaine des biocarburants, se fait également sentir le cruel manque d'un cadre politique protecteur et stimulant.

Le dernier épisode de flambée des prix agricoles (années 1970) a eu comme effet non pas un renforcement des systèmes de production paysans mais d'attirer les investisseurs agro-industriels qui se sont appropriés des centaines de milliers d'hectares dans les pays du Sud⁸.

⁵ FARM, Les potentialités agricoles de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO), février 2008, p. 86

⁶ Le disponible alimentaire, aux normes de consommation de 190 kg de céréales/pers/an, a été dépassé 13 fois sur 17 campagnes agricoles entre 1987/88 et 2006/07 au Burkina Faso. Cependant, cette croissance de la production, que ce soit en cultures vivrières ou de rente, est davantage issue de l'augmentation des surfaces emblavées que d'une intensification des systèmes de production. Les ressources disponibles vont à terme montrer leurs limites, ce qui, conjugué à l'accroissement démographique, au caractère extensif des systèmes d'élevage et à l'appropriation anarchique des terres dans certaines régions du pays, pourrait poser de très sérieux problèmes fonciers. Par ailleurs : cette autosuffisance nationale cache des disparités régionales, plusieurs zones du pays sont structurellement déficitaires et doivent pour y faire face, importer des céréales des régions voisines. In CSAO, RPCA, CILSS, « Profil de la sécurité alimentaire au Burkina Faso », février 2008.

⁷ Citations issues des entretiens avec différents responsables développement rural et du MAHRH.

⁸ Merlet Michel, *Quels impacts aura la promotion de l'utilisation des agrocarburants sur les pays en développement ?*, communication présentée au colloque de l'ADEF (Association des Etudes Foncières) le 23 octobre 2007

On observe la même tendance qui se dessine actuellement : les investisseurs sont là (ou se déclarent), les plantations ont déjà commencé... et le gouvernement, sans stratégie ni politique de développement, navigue à vue entre tous les porteurs de projets.

Les objectifs de l'étude, outre l'état des lieux des projets en cours, sont bien de fournir aux décideurs des éléments de prospective pour élaborer une stratégie de développement cohérente et raisonnée des biocarburants. Différents scénarii seront étudiés du point de vue intérêt économique mais aussi de leurs externalités positives et négatives à plus ou moins long terme.

Un positionnement clair et engagé de l'Etat sur la question des biocarburants est d'autant plus nécessaire que jusqu'à maintenant, des politiques publiques et des subventions spécifiques ont toujours été nécessaires pour que se développent largement la production et l'utilisation d'agrocarburants dans les pays qui en ont fait le choix: orientation et incitation, appui à la production et à la recherche-développement, réduction fiscales pour favoriser la consommation, réglementation, infrastructures, etc. Cependant, cette situation est cependant fortement dépendante du prix du pétrole, la flambée récente du prix des produits pétroliers (prix du baril de pétrole atteignant presque les 150\$ en juillet 2008) a contribué à rendre de plus en plus rentable la production de biocarburants. Leur chute devrait inverser la tendance.

Néanmoins, des politiques de réglementation et d'accompagnement de ces nouvelles filières resteront nécessaires pour le développement des biocarburants au Burkina Faso. Ces politiques s'intègrent dans un ensemble beaucoup plus vaste de politiques nationales et de règles internationales. Les changements sont nécessairement liés au type d'agriculture qui est recherchée et privilégiée. Les débats sur les biocarburants doivent s'inscrire de façon large dans la réflexion sur la politique de développement agricole que veut promouvoir le pays. Le devenir du développement des biocarburants au Burkina Faso dépend de la volonté politique de l'Etat à soutenir et organiser ce sous-secteur à la fois dans sa politique énergétique et dans ses politiques agricole et environnementale. Les défis concernent certes la réduction de la facture pétrolière mais aussi la gestion durable des ressources naturelles et le maintien de la capacité des systèmes de production à répondre à la demande des produits agricoles.

Aujourd'hui, plusieurs éléments sont à mettre à l'actif des prémises d'une « politique biocarburants » au Burkina Faso : la signature d'accords ou de conventions-cadres entre le ministère de l'Agriculture et des opérateurs privés, la rédaction d'un projet de cadre réglementaire par le ministère du Commerce et la constitution récente d'un comité interministériel à l'initiative du ministère de l'Energie. L'ensemble montre clairement que se pose la question du pilotage d'une politique d'appui aux biocarburants. Puissent les éléments contenus dans cette étude éclairer les choix et les stratégies des décideurs.

Le rapport commence par une analyse des besoins énergétiques du pays qui met en évidence une faible consommation pour les besoins à la fois domestiques et économiques mais la forte croissance de ceux-ci et la dépendance du pays vis-à-vis des importations de produits pétroliers (chapitre 1). Ensuite est présenté un état de l'art des possibilités techniques d'utilisation de biocarburants dans le monde en substitution ou en complément des sources actuelles, qu'il convient d'adapter à la situation burkinabé (chapitre 2). Au vu des techniques possibles, nous étudions par la suite les potentialités agronomiques du pays tant du point de vue des caractéristiques de son agriculture que des plantes utilisables pour produire la biomasse nécessaire à la production des biocarburants (chapitre 3). Ensuite un état des lieux des projets en cours au Burkina Faso est effectué (chapitre 4) et différents scénarii de développement des biocarburants sont proposés (chapitre 5). Enfin nous envisageons la

faisabilité et les impacts potentiels des scénarii, proposons une stratégie et faisons des recommandations (chapitre 6).

Il est question dans ce rapport d' « agrocarburants » même si nous avons conservé le vocable plus large de « biocarburants ». A ce sujet, nous souhaitons ici éviter une confusion chez le lecteur. Le terme « biocarburants » vient de la traduction de l'anglais « biofuels » ou « fuels from biomass ». Il faut donc entendre « carburants issus de la biomasse » et non « carburants biologiques » qui proviendraient d'une « culture biologique », c'est-à-dire sans engrais ni pesticides de synthèse, ce qui n'est pas forcément (et certainement rarement) le cas.

1. Analyse des besoins énergétiques

L'analyse du potentiel biocarburant au Burkina Faso ne saurait partir d'une opportunité technique aussi innovante soit-elle mais plutôt de la demande et des besoins que ces techniques permettent de satisfaire. Il est utile de bien apprécier les besoins énergétiques actuels et à venir de l'économie et de la population burkinabé avant d'analyser dans quelles mesures et sous quelles conditions des produits agricoles peuvent, à l'aide de procédés disponibles ou facilement accessibles dans le contexte étudié, se substituer à des sources d'énergie devenues trop coûteuses et / ou améliorer l'accès à l'énergie des ménages et des entreprises.

L'essentiel des données traitées dans cette partie provient du ministère des Mines, des Carrières et de l'Energie du Burkina Faso.

1.1. Aperçu général du secteur énergétique

Une note récente du ministère⁹, faisant le point sur la situation et les perspectives du secteur de l'énergie au Burkina Faso, établit la consommation énergétique totale du pays pour 2007 à 3,2 millions de tonnes équivalent pétrole (TEP), soit une consommation moyenne par habitant de 240 kilo équivalent pétrole. Traduite en unités plus familières, cette consommation correspond à l'énergie de 2 à 3 stères de bois ou de 275 litres de super, mettant ainsi clairement en exergue la pauvreté énergétique du Burkina Faso.

En terme de répartition entre les types d'énergie, le bois garde une place privilégiée dans la balance énergétique avec 2,6 millions de TEP, soit 83% de toutes les énergies primaires, suivi des importations d'hydrocarbures avec 522.000 TEP, soit 17% de la balance. En 2007, les importations d'électricité, l'hydroélectricité et la place des énergies renouvelables restent marginales dans la balance (Fig.1). Si le bois-énergie est une source d'énergie majeure à l'échelle nationale, il est pratiquement la seule énergie des populations rurales Burkinabè, en dehors des batteries sèches et du pétrole lampant pour l'éclairage. 72% des 2 091 kTEP produit à partir de biomasse sont utilisés en zone rurale. Le taux de couverture électrique en zone rurale au Burkina Faso est inférieur à 2% et le taux d'accès inférieur à 1%.

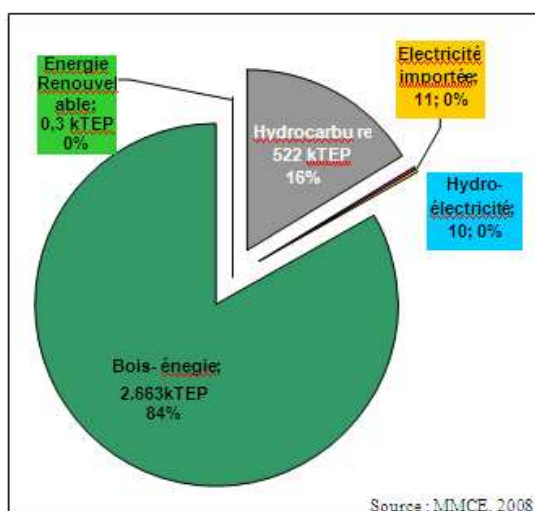


Figure 1: Bilan énergie primaire Année 2007
3.206 kTEP

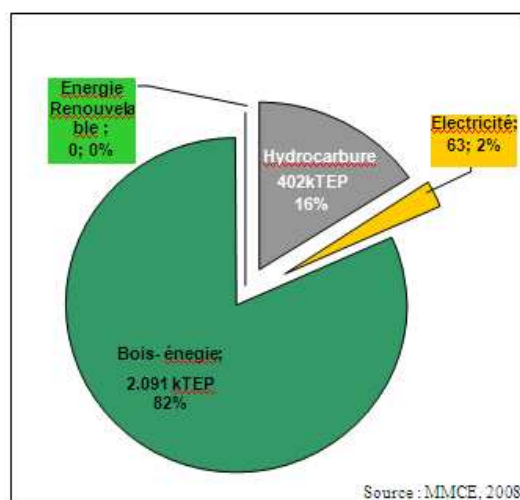


Figure 1: Bilan énergie secondaire Année 2007
2.557 kTEP

⁹ Le secteur de l'énergie – Situation 2007 et perspectives, ministère des Mines, des Carrières et de l'Energie, 09/09/2008

Les figures ci-dessus montrent la répartition du bilan de l'énergie primaire et de l'énergie secondaire. Il faut rappeler qu'une source d'énergie primaire est une forme d'énergie disponible dans la nature avant toute transformation. Si elle n'est pas utilisable directement, elle doit être transformée en une source d'énergie secondaire pour être mise en œuvre. Dans l'industrie de l'énergie, on distingue la production d'énergie primaire, de son stockage et son transport sous la forme d'énergie secondaire, et de la consommation d'énergie finale.

Exprimée en énergie secondaire (énergie disponible), la balance énergétique permet donc de mettre en évidence des pertes majeures de conversion du système burkinabè : pertes de 572.000 TEP en produisant 143.000 TEP de charbon à partir de bois, pertes de 120.000 TEP de produits pétroliers pour la production thermique de 43.000 TEP d'électricité, s'ajoutant aux importations et à la production hydroélectrique (Fig.2).

A la lecture des figures 1 et 2 il apparaît que le secteur de l'énergie au Burkina Faso se caractérise par :

- la faiblesse de l'utilisation des énergies modernes (électricité et transport routier) et l'importance de la valorisation des ressources ligneuses, qui représente la majeure partie de la consommation nationale et la quasi-totalité de l'énergie rurale (84% de la totalité des énergies primaires et 82% de la consommation finale d'énergie).
- un approvisionnement en électricité qui est assuré à 68% par les centrales thermiques fonctionnant aux fuels (DDO et gasoil), 15% par les barrages hydroélectriques de Bagrè et de Kompienga, l'importation d'électricité de la Côte d'Ivoire représente les 17% restants.
- une forte dépendance vis-à-vis des importations de produits pétroliers, qui, en raison de la flambée récente du prix du baril, génèrent de fortes pressions sur l'économie du pays,
- une faible utilisation des importantes ressources solaires dont le coût d'investissement à grande échelle reste prohibitif par rapport aux ressources traditionnelles.

1.2. Les hydrocarbures au Burkina Faso

Hormis les ressources ligneuses qui sont quasi exclusivement utilisées sous forme de bois de chauffe (usages domestiques), les hydrocarbures sont la première source énergétique utilisée au Burkina Faso.

Le pays n'étant pas détenteur de réserves d'hydrocarbures, la totalité des produits pétroliers sont importés. L'approvisionnement en hydrocarbures est assuré par une compagnie nationale, la SONABHY, à partir de Cotonou, Lomé et Abidjan, où cette dernière a ses dépôts côtiers.

1.2.1 La consommation en hydrocarbures

Les hydrocarbures commercialisés sur le marché national se déclinent en 7 produits principaux :

Produit pétrolier	Part dans hydrocarbures importés (2007)	Utilisation
Gazole	31%	94% transport (véhicules diesel légers et poids lourds) 5% production d'électricité en centrales thermiques
Super	30%	100% transport (véhicules légers de type essence)
Fuel oil	16%	100% production électricité dans les centrales thermiques
DDO (distillate diesel oil)	11%	80% production d'électricité dans les centrales thermiques 20% transport (train)
Pétrole lampant	5%	100% éclairage (1/3 ménages et 2/3 secteur informel), milieu rural surtout
Gaz butane	4%	Applications thermiques (60% cuisson et 40% activités économiques : restauration, séchage, etc)
Kérosène Jet A1	3%	100% transport (aviation)

Comme précisé précédemment, la consommation d'hydrocarbures au Burkina Faso en 2007 était de 522.364 tep (641.602 m³) pour un montant de 218 milliards de FCFA.

La répartition de cette consommation par type de carburants est présentée figure 3.

Mis à part le pétrole lampant, le gaz butane et le kérosène, il apparaît que les hydrocarbures importés sont principalement utilisés pour le transport et la production d'électricité dans des centrales thermiques.

La figure 4 donne la quantité d'hydrocarbures consommée (en kilo tonnes équivalent pétrole) par type d'utilisation.

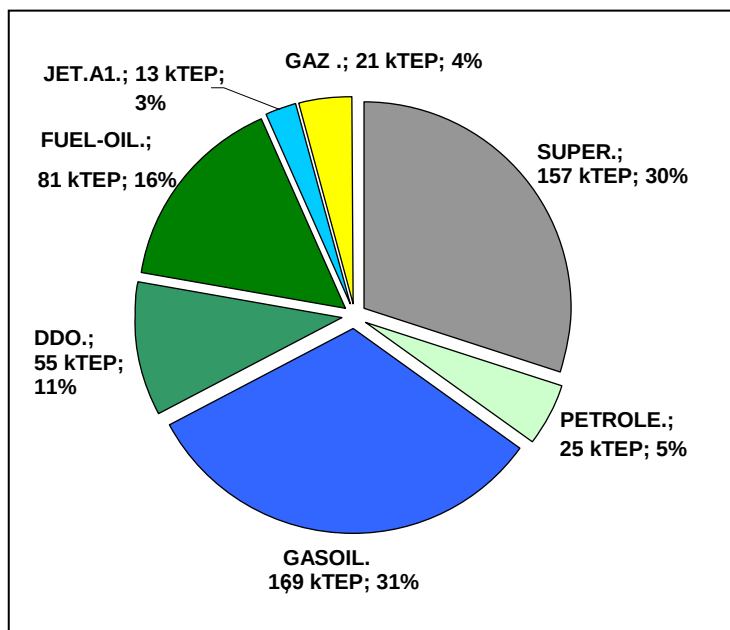


Figure 2: Consommation des hydrocarbures 2007
(total = 522kTEP)

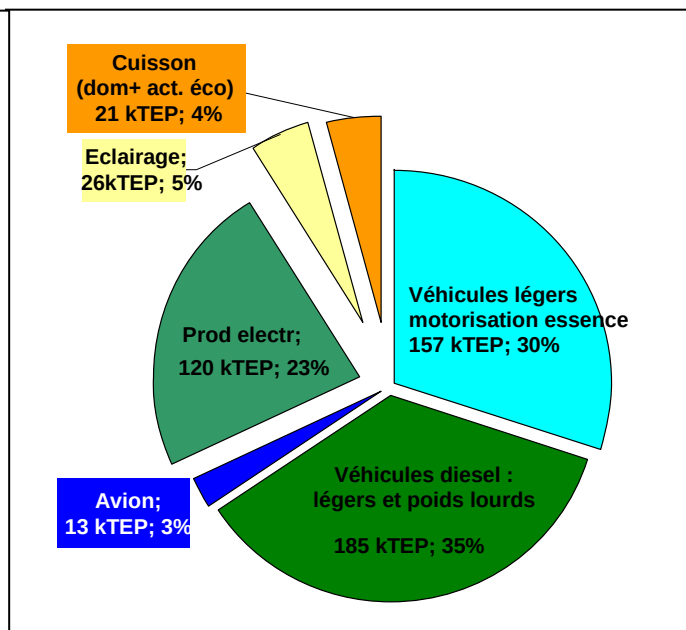


Figure 3: Consommations des hydrocarbures en 2007 par type d'utilisations

Cette répartition de la consommation par type d'usage met en évidence trois principaux secteurs consommateurs des hydrocarbures :

- 1- le transport véhicules légers et poids lourds équipés de moteurs diesel: 33 %
- 2- le transport léger à partir de véhicules de motorisation type essence : 30 % ;
- 3- la production d'électricité : 23 %.

Dans l'optique de la mise en place d'une stratégie de développement de biocarburants au Burkina Faso, qui vise notamment à substituer des hydrocarbures importés, ce sont ces trois types d'utilisations qu'il faut prioritairement cibler étant donné leur part importante dans la consommation totale des hydrocarbures et les secteurs d'activités clés concernés. Concrètement, cela suppose de mettre en place des systèmes de production permettant de produire des biocarburants utilisables dans les centrales thermiques pour la production d'électricité et dans des moteurs de types diesel ou essence pour le transport.

En outre, dans la mesure où les biocarburants (agrocaburants) peuvent être produits facilement en zone rurale et étant donné les objectifs nationaux d'amélioration de l'accès des populations à l'énergie, il convient également de prendre en considération la possibilité que de nouvelles activités consommatrices d'énergies apparaissent en zone rurale. Dans ce cas, les biocarburants ne se développeraient pas pour se substituer aux hydrocarbures, mais pour le développement de nouvelles activités.

1.2.2. Evolution de la consommation des hydrocarbures¹⁰

Le tableau et le graphique ci-dessous traduisent l'évolution croissante des consommations des différents produits pétroliers aux Burkina Faso ces 15 dernières années et leur utilisation.

De 1993 à 2007 la consommation totale d'hydrocarbures a presque triplé (de 190 834 à 522 364 TEP). En ce qui concerne le gaz, même si son utilisation reste marginale au Burkina Faso, les quantités commercialisées ont quintuplé en 14 ans. Les quantités de pétrole lampant importé ont plus que doublé de 1993 à 2005 mais ont co

nnu un fort recul ces deux dernières années suite à la percée des diodes avec batteries sèches.

Avec le développement ces quatorze dernières années de la demande en électricité et l'augmentation du parc automobile, les quantités de gasoil, DDO et Super consommées à l'échelle nationale ont respectivement été multipliées par 4, 3 et 2. Depuis 2006, l'essence plombée n'est plus commercialisée sur le territoire Burkinabè, le Super est l'unique carburant distribué. En ce concentrant sur les deux dernières années, on observe que les consommations de Super et de gasoil ont fortement augmenté, de 25% en moyenne par an. Les autres types d'hydrocarbures sont en légère augmentation, fluctuant au gré de la production hydroélectrique et des importations d'électricité de la Côte d'Ivoire.

Ainsi, non seulement l'utilisation d'hydrocarbures pour le transport et la production d'électricité est dominante mais ces usages sont en forte augmentation, ce qui place ces secteurs au tout premier plan des préoccupations nationales et constituent une cible pour la définition d'une politique biocarburant.

PRODUITS	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	UTILISATION
ESSENCE	11 591	9 684	10 033	10 940	11 867	12 490	13 156	12 699	10 348	9 394	9 326	10 681	10 620	0	0	100% Transport
SUPER	55 818	55 360	61 715	65 782	71 962	73 971	76 109	77 527	79 985	77 360	83 124	87 536	90 327	124 919	156 615	100% Transport
PETROLE	16 908	21 791	23 404	25 202	28 467	27 747	29 931	30 679	32 794	34 078	37 029	38 385	40 115	23 114	25 498	100% Eclairage
GASOIL	37 488	36 395	41 668	48 519	59 148	68 836	73 483	86 250	96 340	97 976	97 999	111 429	118 726	144 964	168 965	94% Transport 6% Prod Electricité
DDO	25 246	21 220	30 014	36 095	29 508	38 280	51 401	60 279	61 194	63 837	77 422	77 417	82 827	70 751	55 120	80% Prod Electricité 20% Transport train
FUEL-OIL	31 635	31 132	23 102	24 060	47 241	41 514	15 566	38 651	22 456	23 667	23 426	25 205	24 520	62 423	81 463	100% Prod Electricité
JET.A1	8 446	9 056	11 011	12 288	14 337	16 823	15 846	18 506	17 340	13 562	13 915	18 010	18 722	17 611	13 342	100% Transport
GAZ	3 702	3 689	4 161	4 654	5 715	6 781	7 295	8 978	8 933	9 499	11 033	11 373	12 141	18 191	21 360	60% Cuisson 40% Act. Ecomiques
TOTAUX	190 834	188 326	205 109	227 540	268 245	286 441	282 786	333 570	329 390	329 374	353 274	380 036	397 998	461 972	522 364	

Tableau 1: Evolution des consommations des hydrocarbures aux Burkina Faso¹¹ (en Tep)

¹⁰ Statistiques Ministère des Mines, des Carrières et de l'Energie, Burkina Faso, 2007

¹¹ Statistiques Ministère des Mines, des Carrières et de l'Energie, Burkina Faso, 2007

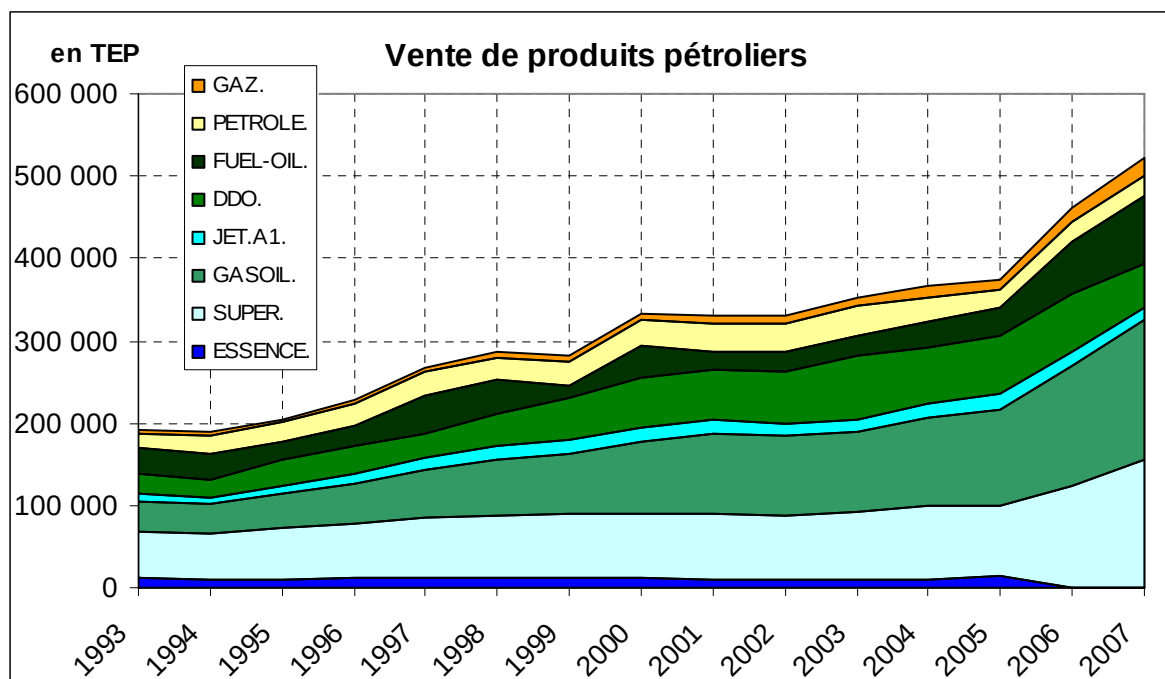


Figure 4: Evolution de la consommation en hydrocarbures par type de carburants en tep au Burkina Faso de 1993 à 2007

1.2.3 Le marché des hydrocarbures au Burkina Faso

1.2.3.1. Modalités d'entrée des hydrocarbures dans le pays

Tous les hydrocarbures entrant au Burkina Faso sont importés par la Société Nationale Burkinabè d'Hydrocarbures (SONABHY) qui est détentrice du monopole d'importation et de stockage de tous les produits pétroliers, à l'exception des lubrifiants. Elle possède un dépôt à Bingo et un autre à Bobo-Dioulasso.

La responsabilité de la SONABHY est également de s'assurer que les produits importés sont de qualité et qu'ils répondent aux spécifications des carburants autorisés à être commercialisés au Burkina Faso.

Le secteur des « marketers » ou distributeurs est ouvert aux opérateurs économiques nationaux, moyennant la satisfaction d'un cahier de charges. Ils sont les seuls à avoir accès aux dépôts de la SONABHY. En d'autres termes, ni le détaillant ni le consommateur ne peuvent acheter du carburant directement à un des dépôts. Aujourd'hui sont recensés environ 14 distributeurs (TOTAL/Burkina, ORYX, STD/SODIGAZ, SHELL, PETROFA, PETROGAZ, SOGEL-B, ECODIS, OTAM, PLUF...) et quelques privés sur l'ensemble du marché national.

Sont considérés comme détaillants les gérants de stations et les revendeurs. On dénombre 303 points de vente (stations) repartis sur l'ensemble du territoire Burkinabé.

Les détaillants doivent passer leurs commandes par l'intermédiaire des distributeurs. Les livraisons doivent être effectuées par des petits camions citernes. Il convient de noter que le détaillant ne peut pas passer une commande inférieure à 1000 litres chez les distributeurs, quel que soit le carburant.

Il n'existe pas de site de production et de raffineries de produits pétroliers sur l'ensemble du territoire Burkinabé.

Le marché de la distribution de détail des hydrocarbures est libre. L'implantation et la mise en service de tout point de vente de carburants sont soumises à l'obtention préalable d'une autorisation délivrée par le BUMIGEB (Bureau des Mines et de la Géologie du Burkina). Jusqu'en 1999, le parrainage d'un distributeur était indispensable pour l'obtention de ladite autorisation qui, du reste, était délivrée au nom du distributeur. Aujourd'hui, des autorisations peuvent être accordées à des particuliers. Toutefois, l'obligation d'affiliation à un distributeur demeure et chaque point de vente doit porter la marque et les couleurs du distributeur auquel il est affilié.

1.2.3.2. Formation des prix des produits pétroliers pour l'utilisateur final

Selon le décret n°2003-615/PRES/PM/MCPEA/MFB du 26 novembre 2003 portant sur la réglementation des prix des produits, des biens et services soumis à contrôle, les prix des hydrocarbures sont fixés par arrêtés ministériels¹².

Ces prix sont administrés en prenant en compte :

- du prix CAF (Coût-assurance-frêt rendus dépôts côtiers : Bingo ou Bobo Dioulasso).
- des frais d'approche au niveau des ports (Lomé, Cotonou ou Tema),
- des frais de passage, de transit jusqu'à ce que le produit arrive à la frontière,
- des frais de transport pour que le produit parvienne dans les dépôts de la Sonabhy.
- des frais de stockage intérieur.
- des diverses taxes (TVA, Droits de douanes, Taxe sur les produits pétroliers)

Ainsi, les prix fixés varient en fonction des ports à partir desquelles les hydrocarbures ont été importés et des sites de stockage.

La structure des prix est règlementée par des arrêtés du MCPEA/SG/DGC (fréquence mensuelle) et diffère en fonction du type de produit pétrolier. Si l'ensemble des produits sont assujettis à des droits et taxes de douanes (qui s'élèvent à 6% du prix de vente sortie dépôt HT pour le pétrole, le DDO et le fuel oil ; à 11% pour le super 91 et le gasoil), tous ne le sont pas à la taxe sur les produits pétroliers (125 Fcfa/l pour le super 91 et 50 Fcfa/l pour le gasoil) et à la TVA (18% pour le super 91 et le gasoil aussi). Tous ne bénéficient pas de subventions de la part de l'Etat (95 Fcfa/l pour le DDO Sonabel, 177 Fcfa/l pour le fuel oil Sonabel). La petite partie de gasoil utilisée pour la production électrique (environ 5% des flux) reçoit aussi une subvention variable de l'Etat de façon à ramener son prix de vente à 230 Fcfa/l (données janvier 2008).

Nous représentons la structure des prix des produits pétroliers au 10 janvier 2008 (dépôt de Bingo, port de Lomé) dans les graphiques suivants. La différence est mineure pour le dépôt de Bobo Dioulasso et le port de Cotonou¹³.

¹² Organisation Mondiale du Commerce, Examen des politiques commerciales au Burkina Faso, wt/tpr/s/132, mai 2004

¹³ par exemple pour le super 91, les charges de dépôt côtier et le transport et transit à partir du dépôt s'élèvent par litre respectivement à 15,55 Fcfa et 43,21 Fcfa à Bingo et à 11,17 Fcfa et 37,56 Fcfa à Bobo Dioulasso, ce qui se répercute sur les autres types de charges hormis la taxe sur les produits pétroliers qui est de 125 Fcfa/l quel que soit le site de stockage, amenant le prix du litre de super 91 à la pompe à 670 Fcfa quand il a été stocké à Bingo et à 658 Fcfa quand il a été stocké à Bobo Dioulasso. La même chose se produit entre les différents ports : les charges dépôts côtiers et le coût du transport/transit sont plus élevés sur Cotonou que sur Lomé : respectivement 13,11 et 50,50 Fcfa à

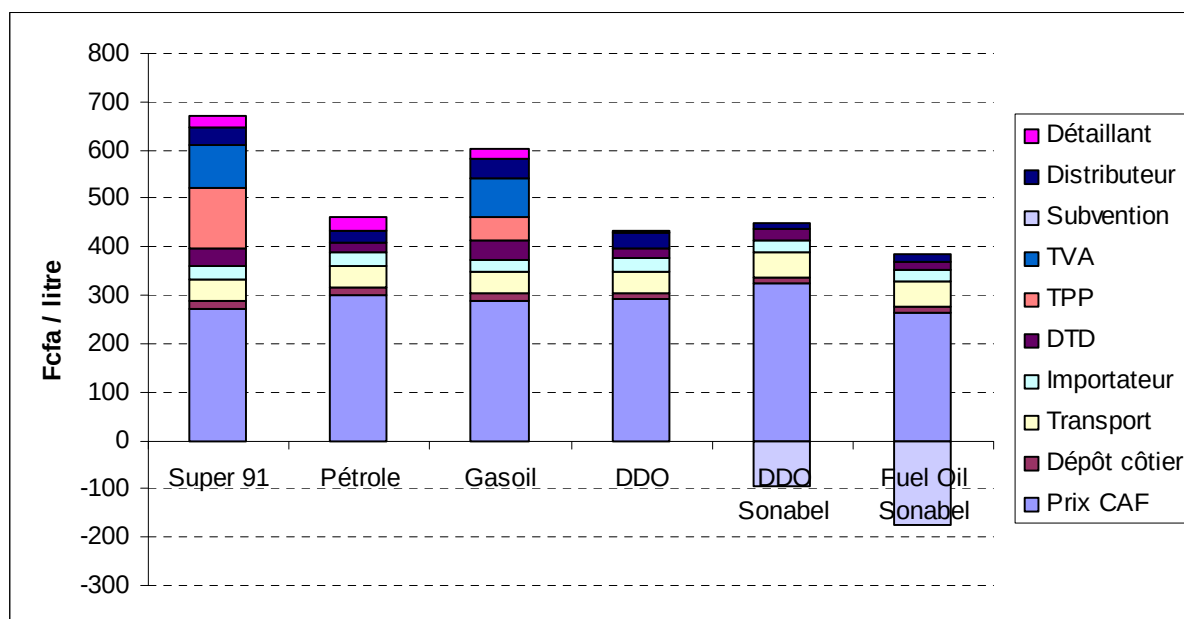


Figure 5 : Formation des prix des produits pétroliers pour l'utilisateur final

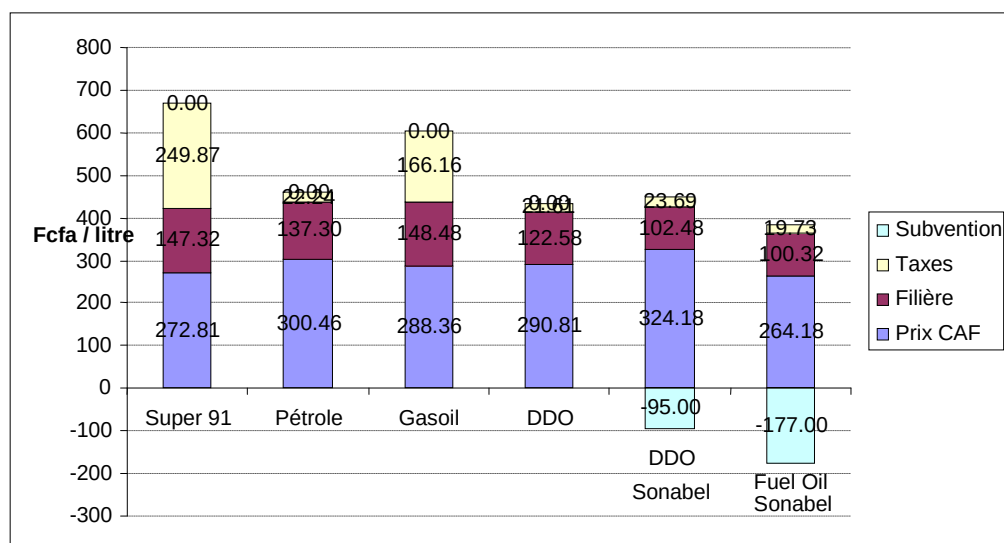


Figure 6: Décomposition des prix des produits pétroliers selon la nature des charges

Lomé, 16,32 et 56,68 Fcfa à Cotonou, le litre de Fuel oil, emmenant le prix de vente du litre à la Sonabel à 207,23 Fcfa ex-Lomé et à 216,86 Fcfa ex-Cotonou.

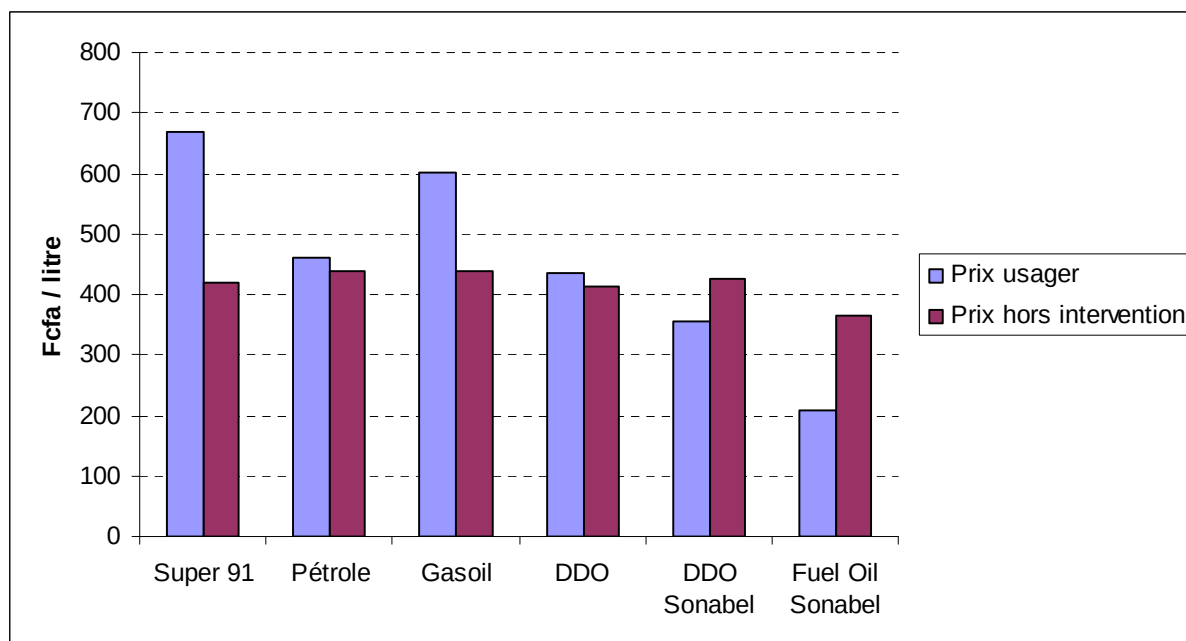


Figure 7: Impact de l'intervention publique sur le prix à l'utilisateur des produits pétroliers

Ces graphiques montrent que l'ensemble des produits pétroliers arrivent au dépôt ou au port à un prix CAF sensiblement le même (environ 400 Fcfa/litre) et que le prix pour l'utilisateur varie du simple au triple en fonction du type de marché (de 207 Fcfa pour le Fuel Oil Sonabel destiné à l'électricité à 670 Fcfa pour le super 91 destiné au transport en véhicules légers). Ce prix reflète la politique de l'Etat, les taxes augmentant le prix à la pompe de 28% pour le Gaz Oil et de 37% pour le Super ; et les subventions réduisant le prix de vente à la SONABEL de 27% pour le DDO et de 85% pour le Fuel Oil. Toute stratégie de développement des biocarburants visant la substitution aux hydrocarbures importés, qui impactera favorablement la balance commerciale du pays, devra aussi tenir compte des manques à gagner et des économies réalisées pour le budget de l'Etat.

Les graphiques montrent également que les frais liés à la manutention, au stockage et au transport du produit (charges, dépôts côtiers, transport et transit, frais et marge importateur, frais et marges distributeurs, frais et marge détaillants) s'élèvent entre 103 et 147 Fcfa par litre selon le produit, ce qui représente environ 30% du prix de vente du produit à l'utilisateur si on prend le pétrole et le DDO non vendu à la SONABEL (produits non subventionnés et non assujettis à la TPP et à la TVA).

1.2.3.3. Evolution des prix des hydrocarbures

D'un point de vue économique, la dépendance du pays pour l'accès aux hydrocarbures pèse lourdement sur la balance des paiements et sur les finances publiques.

Le Burkina Faso étant un pays enclavé, la hausse des prix du baril de pétrole se répercute doublement : sur le prix d'achat des matières premières mais également sur les frais de transport.

Le tableau 2 ci-dessous traduit l'évolution des prix moyens annuels des hydrocarbures à Ouagadougou de 1995 à 2007. En 10 ans, les prix à la pompe du super, du gasoil et du mélange ont augmenté de plus de 60%.

Pour un prix moyen du baril à 72 US\$ en 2007, la valeur économique de la facture pétrolière nationale s'élevait à plus de 218 milliards de FCFA.

Nous avons vu plus haut que l'état subventionne les carburants utilisés par la société nationale de production d'électricité (SONABEL) pour réduire le prix du kWh. Le montant des subventions accordées à la SONABEL, plafonné depuis le 3 mai 2006 à 15 milliards de FCFA par an, s'élevait toutefois à plus de 19 milliards en 2007.

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Super	394	393	400	405	401	454	495	529	546	581	604	654	635
Essence	353	351	358	366	357	399	424	460	482	-	-	na	na
Pétrole	160	160	200	206	203	244	260	262	280	354	415	460	440
Gasoil	298	297	297	291	284	311	348	377	405	441	536	590	570
Mélange	377	375	385	393	380	420	442	478	497	528	608	657	660

Tableau 2: Évolution des prix moyens annuels des carburants à Ouagadougou (en FCFA) ¹⁴

L'impact de la flambée du prix des produits pétroliers sur l'économie du Burkina Faso est discuté dans la communication du ministère de l'énergie de septembre 2008. Comme on peut le voir sur la figure 9, si le prix du baril avait semblé se stabiliser à un niveau de 66 \$/bl pour l'année 2006, son évolution a été fortement ascendante durant 2007 et les premiers mois de 2008 (145 US\$ le baril en juin-juillet 2008).

Cependant la parité €/€ a joué en faveur de la zone FCFA, en modérant la hausse des prix d'un facteur 3 à un facteur 2, ce qui a minimisé l'impact de la hausse des prix du baril sur l'économie Burkinabè.

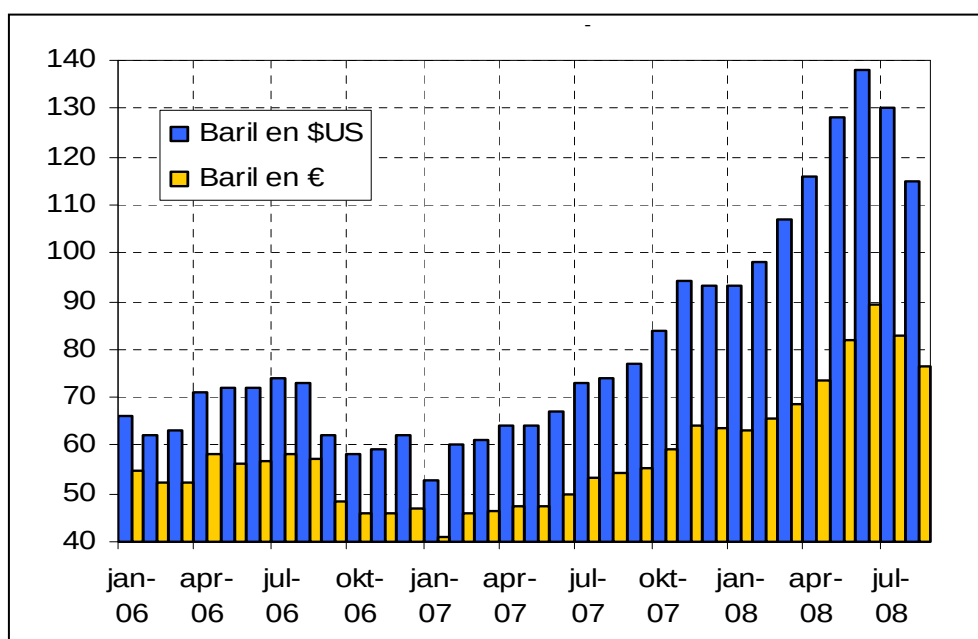


Figure 8: évolution du prix du baril de janvier 2006 à juillet 2008

¹⁴ Société nationale burkinabé d'hydrocarbures (SONABHY)

Sur la période de janvier 2007 à août 2008, le surcoût sur la facture pétrolière de la flambée des prix du pétrole est estimé à 95 milliards de FCFA en prenant comme base de référence le prix de 53 \$/bl en janvier 2007. Si la référence considérée est celle de 2006 avec un niveau moyen de prix de 66 \$/bl, ce surcoût serait resté néanmoins de 43 milliards de FCFA,

1.3. Le secteur du transport

Le transport est le secteur qui consomme le plus d'hydrocarbures au Burkina Faso (342 kTEP en 2007, soit 65 % des importations).

Une des particularités du parc de véhicules immatriculés du Burkina Faso c'est le nombre de deux-roues qui circulent aussi bien dans les zones urbaines que sur les pistes en zones rurales. En 2006, on dénombrait 407.326 véhicules immatriculés, dont les deux tiers sont des deux roues.

1.3.1 Le parc automobile

Le parc automobile immatriculé au Burkina Faso est évalué par la Direction Générale des Transports terrestres et maritimes (DGTMM). Le tableau suivant donne l'évolution enregistrée au cours des dernières années.

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Voitures particulières	5 844	16 443	23 555	29 942	42 622	48 386	53 983	61 639	67 034	74 842	84 161	94 640	104 104
Transport en commun	466	1 330	1 862	2 375	3 418	3 798	4 098	4 506	4 672	5 120	5 664	6 266	7 394
Transport poids lourd/camionnette	3 373	10 058	13 782	17 313	24 776	27 525	29 680	33 338	36 932	42 758	48 714	55 047	61 652
Ensemble automobiles	9 790	28 049	39 478	49 923	71 170	79 974	88 330	100 074	109 081	123 177	138 539	155 953	173 150
Deux roues (≥ 50 cc)	-	-	-	-	83 467	91 179	101 488	119 958	145 990	174 881	230 017	271 420	320 276

Tableau 3: Evaluation du parc automobile immatriculé au Burkina Faso

En 2007, le parc de véhicules automobiles du Burkina Faso est estimé à environ 173 000 unités dont 61% de voitures particulières, 34% de transport routier et 4% de transport en commun. Depuis 1999 le parc a connu un accroissement notable au rythme constant de 12% en moyenne par an, entraînant ainsi la multiplication par 6 du nombre de véhicules automobiles entre 1996 et 2007 (Voir Figure 10).

Parmi les 61 652 véhicules de la classe transport poids lourd/camionnettes 41 % sont des camionnettes et 58 % sont des camions/poids lourds.

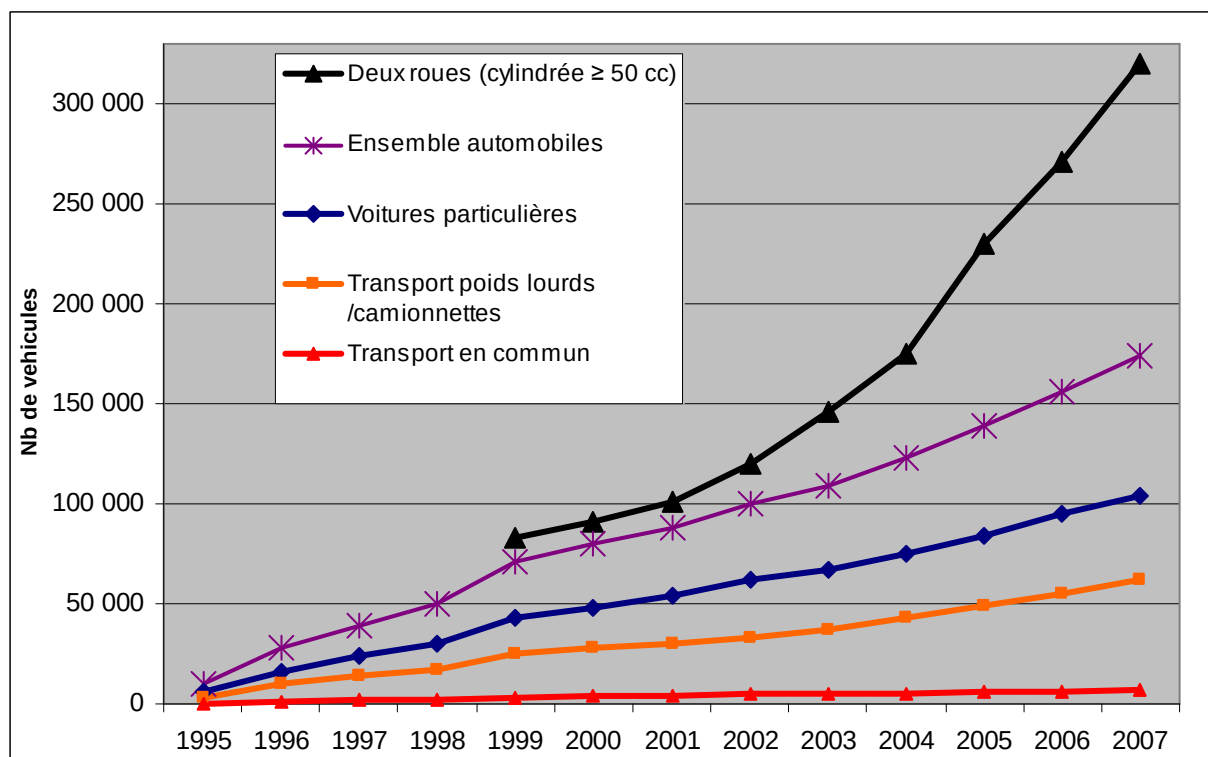


Figure 9: Evolution des véhicules au Burkina Faso

Le parc automobile dans son ensemble est caractérisé par un âge moyen assez élevé. Près de 55% des véhicules ont plus de 20 ans et 80% de l'ensemble des véhicules ont plus de 16 ans d'âge. Les véhicules de moins de 5 ans représentent seulement 5% du parc ; cette proportion descendant même à 4% pour les voitures particulières.

Pour ce qui est du carburant utilisé, environ 60% de l'ensemble des véhicules roulent à l'essence contre 40% au gasoil. Les proportions sont encore plus marquées pour les voitures particulières dont près de 80% fonctionnent à l'essence. Ceci peut s'expliquer par la faible différence de prix entre l'essence et le gasoil alors qu'il est reconnu que les prix des pièces détachées des véhicules diesel sont généralement plus élevés.

1.3.2 Le parc des deux roues

Le relief plat du pays et de sa capitale en fait un terrain propice au développement de l'utilisation de véhicules à 2 roues, motorisés ou non. Les bicyclettes et motocyclettes sont intensément utilisées pour les déplacements urbains.

Le nombre des engins à deux-roues motorisés est important mais difficile à estimer. Depuis 2004 le nombre de nouveaux deux-roues mis en circulation augmente en moyenne de 45 000 par an.

L'entrée dans le pays de petites motos 4 temps de conception japonaise, fabriquées en Chine, montées au Burkina Faso, et vendues 4 fois moins cher que leurs équivalents 2 temps, a créé une véritable rupture du marché. Aujourd'hui, et selon quelques comptages de contrôle fait à Ouagadougou,¹⁵ 70% des motos de plus de 50 cc ont des moteurs à 2 temps, et déjà 30% des motos de plus de 50 cc ont des moteurs 4 temps.

¹⁵ Rapport BURGÉAP sur « l'Etude de la qualité de l'air à Ouagadougou » réalisée en 2005 pour le Ministère de l'environnement et du cadre de vie (MECV)

1.3.3 Les Transports en Commun

La ville de Ouagadougou dispose d'un système de transport en commun par autobus assuré par la SOTRACO¹⁶ qui gère un réseau de 14 lignes (dont 6 à 9 fonctionnelles), avec un parc d'une cinquantaine de véhicules diesel dont seulement 36 sont effectivement opérationnels. L'acquisition de 64 autres autobus est prévue pour 2009.

La Société de Transport en Commun de Ouagadougou a été créée en 2003 en accord entre le gouvernement et la commune de Ouagadougou, et avec l'appui de la coopération belge.

En terme de nombre de passagers transportés, l'activité de la SOTRACO a connu une croissance notable de près de 30% entre 2004 et 2005. Par contre en 2006, l'augmentation du prix du ticket de 100 FCFA à 150 FCFA a fortement fait baisser (de près de 40%) l'activité de la SOTRACO par rapport aux années précédentes.

Sur la base d'un parc opérationnel de 30 autobus en moyenne, la distance commerciale parcourue en 2005 par chaque véhicule est de l'ordre de 300 km par jour.

1.3.4 Emissions de SO₂ du trafic automobile

Comme dans tous les pays de la région, les spécifications pour les carburants essences et diesel sont peu strictes en terme de teneur en soufre. Moins chers, ces carburants importés sont très fortement soufré (10000 ppm pour diesel, 1500 ppm pour essence), ce qui entraîne des émissions importantes de dioxyde de soufre et de poussières sous forme de sulfates. Le SO₂ est un gaz incolore et toxique ; dont l'inhalation est fortement irritante. Lorsqu'il se combine avec l'eau et l'oxygène atmosphérique, il se transforme en acide sulfurique qui est l'une des principales causes des pluies acides, perturbant, voire détruisant des écosystèmes fragiles. Une étude sur la qualité de l'air à Ouagadougou réalisée en 2005¹⁷ a mesuré les facteurs d'émissions des divers carburants utilisés au Burkina Faso. Les essences émettent environ 2,4 g/kg de SO₂ et le gasoil actuel à 10000 ppm de soufre environ 16 g/kg de SO₂.

Carburants	Teneurs en soufre	Sortie raffinerie	Facteur d'émission SO ₂ g/kg (après combustion en moteur)
Super	< 1500 ppm	1200 ppm	2,4
Gasoil 10000	< 10000 ppm	1800ppm	16

Tableau 4: Emissions de SO₂ par les véhicules roulant au Burkina Faso

	Circulation urbaine	Circulation interurbaine	Pays
Essence	214 347	69 601	283 948
Gasoil	779 647	1 128 865	1 908 512
Total	993 994	1 198 466	2 192 460

Tableau 5 : Emissions de SO₂ (Kg) produits par les véhicules essence et diesel en 2005 au Burkina Faso

¹⁶ Société de Transport en Commun de Ouagadougou

¹⁷ Rapport BURGÉAP sur « l'Etude de la qualité de l'air à Ouagadougou » réalisée en 2005 pour le Ministère de l'environnement et du cadre de vie (MECV)

Sur la base de cette étude, il apparaît que les émissions annuelles de SO₂ du trafic automobile au Burkina Faso était donc en 2005 de 2192 tonnes / an pour l'ensemble du pays dont 794 tonnes / an rien que pour l'agglomération de Ouagadougou (80% des émissions urbaines).

Les biocarburants, obtenus à partir de végétaux, ne contiennent pratiquement pas de soufre.

A titre d'exemple, selon les larges spécifications définies par la norme EN 14214 (2003), un biodiesel contient moins de 10 ppm de soufre.

Ainsi, au delà du fait qu'ils sont renouvelables, et donc neutres en terme d'émissions de gaz à effet de serre, les biocarburants présentent également l'avantage de ne pas générer de dioxyde de soufre lors de la combustion.

1.4. La consommation d'électricité

L'électrification du Burkina Faso est caractérisée par la faiblesse de la couverture du territoire national. Cela se remarque par l'implantation des systèmes d'exploitation électrique qui sont localisés prioritairement dans les communes urbaines.

Les communes rurales désavantagées par l'inexistence d'une demande solvable d'électricité et par une insuffisante évaluation des besoins sectoriels, se trouvent privées des atouts du progrès technique se rattachant à ce bien.

Les stratégies d'électrification du pays étaient jadis exécutées par la SONABEL qui avait l'exclusivité de l'exploitation, mais qui gérât des systèmes d'approvisionnement aux capacités limitées. Ainsi, pour des raisons évidentes d'équilibre de gestion, la SONABEL arrivait difficilement à desservir les communes rurales.

Avec la libéralisation du secteur de la production et distribution d'électricité engagées par le gouvernement, la stratégie actuelle guidée par des opportunités économiques, implique le secteur privé dans la politique de couverture électrique du territoire national, ce qui favorise de plus en plus l'électrification des communes rurales.

Désignation	2003	2004	2005	2006	2007
Réseau électrique basse tension (m)	4 392 713	4 649 575	4 891 625	5 297 093	5 634 231
Réseau électrique à haute tension (m)	1 371 567	1 503 856	1 622 774	1 817 680	1 887 414
Energie importée (kWh)	69 149 845	96 183 557	125 337 589	139 323 910	123 910 359
Production thermique (kWh)	348 662 462	371 789 678	415 751 943	467 728 921	501 295 228
Production hydroélectrique (kWh)	95 891 670	101 458 980	100 472 905	80 668 451	111 416 699
Nombre de consommateurs (moyenne tension)	666	738	747	797	842
Nombre de consommateurs (Basse Tension)	226 025	234 389	255 039	283 908	287 633
Le coût Moyen de la production du kWh (FCFA)	91,37	113,19	117,89	121,21	129,62
Nombre de centrales thermiques	30	30	30	29	28
Nombre de centrales hydroélectrique	4	4	4	4	4
Nombre de localités ayant l'électricité	53	56	62	64	66

Tableau 6 : Le réseau d'électricité du Burkina Faso¹⁸

¹⁸ SONABEL http://www.sonabel.bf/statist/chiff_caract.htm

Selon les données de la société nationale d'électricité, la SONABEL, le Burkina Faso a produit en 2007 environ 613 GWh (avec 68% de la consommation totale qui est fournie par les centrales thermiques, et 15% d'origine hydroélectrique), et en a importé moins de 124 GWh¹⁹ (soit 17% de la consommation totale, essentiellement depuis la Côte d'Ivoire et pour des besoins locaux du Ghana) Cf. tableau 6.

En 2007, le parc de production de la SONABEL disposait d'une capacité de production de :

- 145 MW à partir de centrales thermiques dans les centres de Ouagadougou et de Bobo Dioulasso ;
- 31 MW à partir de centrales thermiques installées dans les centres indépendants ;
- 32 MW de capacité hydroélectrique dans le sud-est du pays ;
- et environ 30 MW de capacité d'accès à des interconnexions régionales, principalement avec la Côte d'Ivoire.

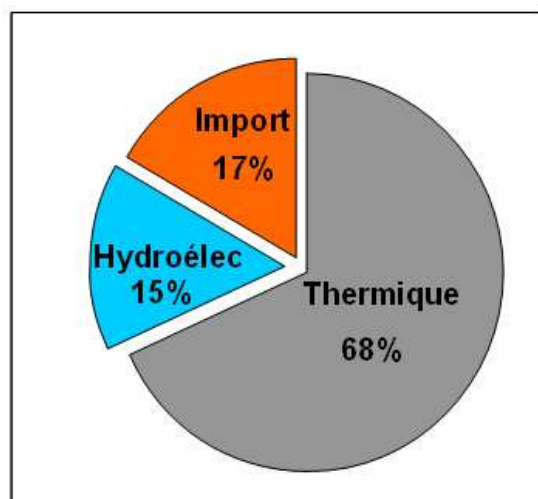


Figure 10: Electricité 2007 - 736 GW/h

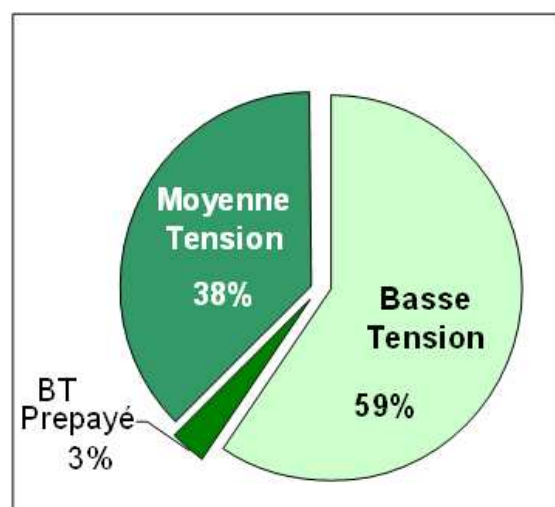


Figure 11: Energie électrique vendue en 2007-607 GW/h

En 2007, 7.000 km de réseau électrique dont 5.400 km en Basse Tension distribuait les 607 GWh à 288.500 abonnés, dont 842 seulement sont des abonnés Moyenne Tension.

En proportion, par rapport au nombre de consommateurs et de localités électrifiées, la consommation d'électricité par habitant reste faible, en 2006 le PNUD²⁰ a estimé qu'elle ne dépassait pas 32 KWh.

Le prix de l'électricité au Burkina Faso est très élevé et a continuellement augmenté ces 20 dernières années. Le coût de production du KWh en 2007 était de 129,62 FCFA. L'électricité fournie par la SONABEL est donc difficilement abordable pour la majorité de la population.

En termes de taux d'électrification, environ 15% des zones urbaines et moins de 1% des zones rurales sont couvertes²¹.

Environ 95% de l'électricité disponible est consommée dans les zones urbaines, seulement 5 % est utilisée en milieu périurbain et en zones rurales, zones où parallèlement les besoins en électricité demeurent insatisfaits par manque de connexions au réseau.

¹⁹ SONABEL http://www.sonabel.bf/statist/chiff_caract.htm

²⁰ PNUD Rapport sur le Développement Humain 2006 <http://hdr.undp.org/hdr2006/statistics/countries>

²¹ Missions Economiques/Fiches de synthèse (2006) - L'Electricité au Burkina Faso

La politique engagée par le Ministère de l'énergie (interconnexions, réseaux décentralisés..) et les plans nationaux devraient, selon ce ministère, permettre d'atteindre un taux d'électrification de 30% en 2022.

Plus de 20 villes Burkinabè sont interconnectées entre elles, regroupées en deux Centres Régionaux de Consommation, celui de Ouagadougou et de Bobo-Dioulasso.

La centrale de Bobo Dioulasso est interconnectée avec la Côte d'Ivoire depuis avril 2001 sur un réseau de 225 kV dont la prolongation jusqu'à Ouagadougou est en chantier²³ (raccordement prévu pour 2010).

Des interconnexions de réseaux de moindre intensité ont également été créées entre les villes de Pô, Léo et Dakola avec le Ghana, depuis 1986, 1997 et 2003. La consommation minimale garantie par la partie ghanéenne s'élève respectivement à 830 MWh/an pour Pô et 630 MWh/an pour Léo.

La SONABEL affiche un chiffre d'affaire de 71,3 Milliards de FCFA pour l'année 2007. Le poste « dépenses d'hydrocarbures » s'élève à 24,8 milliards de FCFA, représentant plus de 31% du prix de revient du kWh de 129,6 FCFA, soit 19,8 c€/kWh. Ce prix prend déjà en compte une subvention sur chaque litre importé, de 19,3 milliards de FCFA sur les hydrocarbures.

La grande partie des groupes électrogènes de la SONABEL est équipée pour démarrer avec du DDO qui est un carburant qui a une bonne combustion à froid. Une fois chauds, ces groupes sont alimentés par du Fuel-oil qui est moins cher mais qui n'a une combustion complète qu'à haute température. Ce type de fonctionnement est tout à fait adapté à l'utilisation d'huiles végétales brutes comme carburant dans des moteurs préchauffés.

1.5. Perspectives d'évolution des besoins en énergie

Dans la perspective d'un prix du baril qui ne cesse de croître sur le long terme, d'une importante croissance démographique et du développement des activités économiques du pays, le gouvernement burkinabè par l'intermédiaire du Ministère des Mines des Carrières et de l'Energie souhaite mettre en place une politique permettant - une plus grande indépendance du pays envers les hydrocarbures et - une stratégie d'utilisation rationnelle des énergies.

Plusieurs initiatives permettant d'aller dans ce sens sont envisagées par le ministère, celles-ci cependant ne concernent pratiquement que le secteur de l'électricité et très peu le transport et la production de force motrice en zone rurale.

1.5.1 Stratégie de développement de l'approvisionnement électrique selon le Ministère des Mines des Carrières et de l'Energie (MMCE)

1.5.1.1 Développement du réseau national

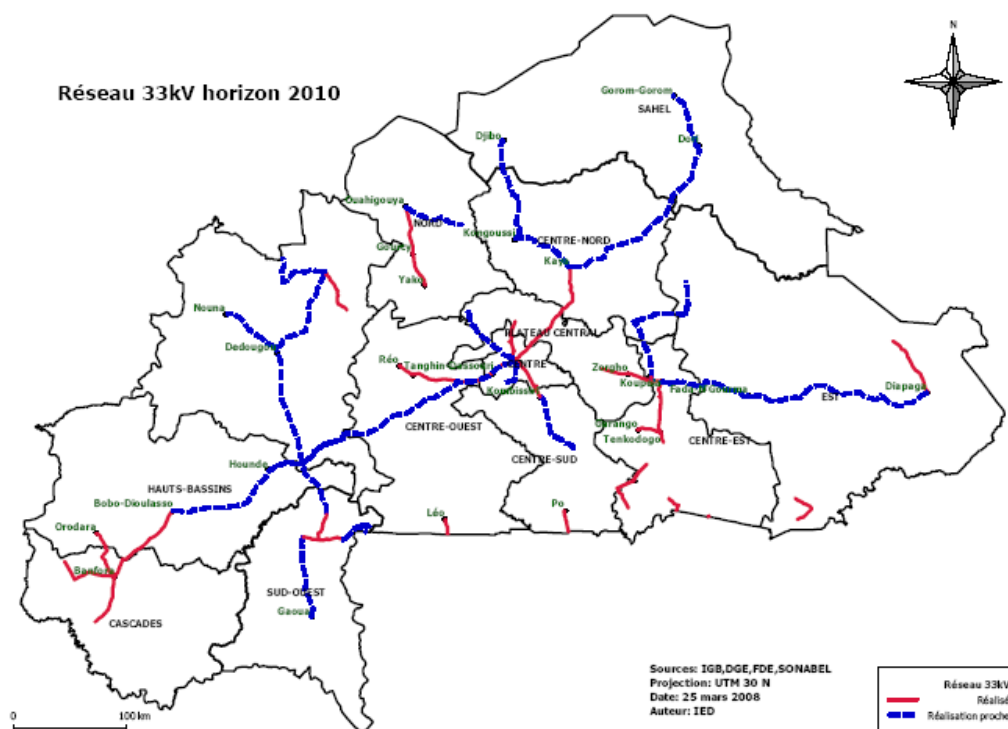
Pour le MMCE la perspective d'un prix du baril supérieur ou égal à \$100 rend l'option de production d'électricité en centrale thermique économiquement inabordable. De plus, le photovoltaïque n'est pas encore économiquement mature pour une contribution substantielle à l'énergie de réseau.

²² Le FasoNet : http://www.lefaso.net/article.php3?id_article=8117

²³ Confère art. 1 décret n°2005-524/PRES/PM/MCE du 10 oct. 2005 portant autorisation d'exécution du projet d'interconnexion électrique Bobo-Dioulasso – Ouagadougou.

La stratégie de développement du sous-secteur de l'électricité retenue par le Burkina Faso est fondée sur les trois approches complémentaires suivantes :

- une politique de grandes interconnexions régionales, qui permettra d'intégrer électriquement le Burkina Faso dans le marché sous-régional de l'électricité. Cet accès est en cours de réalisation pour sa première phase par la construction de la ligne 225 kV Bobo-Ouaga, raccordant en 2009-2010, le système de Ouagadougou à celui de la Côte d'Ivoire. Les phases suivantes consisteront dans les constructions d'interconnexions avec le Ghana avec la ligne Ouaga-Bolgatanga (2012-2014), et par les grands projets de la CEDEAO, que sont la dorsale nord reliant le Burkina au Niger et au Nigéria (330 kV) et les liaisons Ghana-Mali en 225 kV.
- une politique de développement du réseau national unifié permettant d'arrêter la production thermique des petits centres ayant leur centrale et de doter le pays d'un réseau cible (33 kV et ultérieurement 90 kV) permettant de développer une politique à moindre coût de l'électrification rurale.
- une approche multisectorielle et multi-acteurs, permettant d'identifier les besoins des zones rurales en énergie. Cette démarche est en cours et se focalise sur les besoins prioritaires de 619 pôles de développement. Cette approche met l'accent sur les besoins des services sociaux et économiques tels que la santé, l'éducation, l'approvisionnement en eau potable et l'irrigation



Au travers de cette stratégie le MMCE envisage de réussir à électrifier 3.782 localités à l'horizon 2015, dont 2.123 par le programme de pré électrification, alors que le nombre de localités raccordées en fin 2008 atteindra le nombre de 114.

Les besoins d'hydrocarbures pour les centrales thermiques seront directement tributaires du programme de réalisation des grandes interconnexions. Les interconnexions contribueront à

maintenir, voire réduire la contribution de la production thermique pour les besoins de pointe ou d'indisponibilité partielle des interconnexions. Selon le MMCE le besoin d'hydrocarbures pour la production d'électricité pourrait être contenu à un niveau de 16 kTEP en 2015.

Dans un premier temps la mise en service de la ligne Bobo-Ouaga en 2009-10 devrait permettre de réduire la consommation d'hydrocarbures pour la production thermique de 131 kTEP à 24 kTEP, permettant une économie substantielle d'un ordre de grandeur équivalent au niveau de subventions aujourd'hui accordées la SONABEL (de 20 à 30 milliards de FCFA par an en fonction du prix du baril de pétrole). Cependant, compte tenu des retards pris par le projet d'interconnexion Bobo-Ouaga, une nouvelle centrale thermique de 14 MW est actuellement en projet.

1.5.1.2 Développement des sources d'énergie renouvelables pour la production d'électricité

Pour ce qui est des potentiels hydroélectriques, seul le site de Noubiel sur la frontière entre le Ghana et le Burkina pourrait offrir une capacité 60 MW. Comme ce projet est inter-frontalier, l'issue des négociations quant à sa réalisation reste incertaine.

En termes de micro-hydraulique, une dizaine de sites pourrait être exploité dans le sud-est et sud du Burkina pour des projets d'électrification rurale décentralisée.

Le MMCE estime que l'énergie solaire devrait pouvoir jouer un rôle plus marquant dans l'avenir, mais cela suppose que son coût, encore prohibitif dans de nombreux cas de figures, puisse baisser et que l'évolution des technologies appliquées permette de fournir des capacités (kW) suffisantes aux activités économiques.

On estime à environ 1 MWc la capacité Photovoltaïque (PV) qui a été installé au Burkina ces dix dernières années. Le photovoltaïque est aujourd'hui la solution pour l'éclairage d'institutions, le pompage de l'eau et le froid médical dans les nombreux villages des zones de peuplement éparses. En terme de pré-électrification, près de 3.500 villages au total sont identifiés comme éligibles à la pré-électrification photovoltaïque pour une demande de 2,3 MWc. Dans le programme de financement du livre blanc national une demande de financement de 12,6 milliards de FCFA est inscrite pour la pré-électrification de 1.250 villages avec une puissance installée de 804 kWc.

A moyen terme, il devrait être envisageable d'introduire le PV comme mesure d'effacement de la pointe causée par la climatisation qui est de 15 à 20 MW.

En dehors des utilisations traditionnelles de la biomasse pour la cuisson des aliments et la transformation des produits agricoles, le ministère souhaite inciter le développement des filières technologiques pour la production d'électricité ou de vapeur basse pression utilisant la biomasse et le solaire thermique, offrant aux populations rurales des solutions à la pasteurisation des produits laitiers, le séchage des fruits et des légumes, la préparation de concentré de tomates et de jus dans les zones rurales.

1.5.2 Perspectives dans le secteur du transport

La question de l'évolution des consommations énergétique du secteur du transport ne fait pas l'objet actuellement d'une réflexion approfondie au MMCE.

De façon générique, et selon les statistiques du ministère du transport, on peut supposer que le parc automobile devrait continuer d'évoluer de manière constante (12% par an) comme discuté dans le paragraphe 1.3.1.

Selon ce même ministère, l'évolution du secteur du transport dans les prochaines années devrait se traduire par :

- une amélioration des transports en commun de la ville de Ouagadougou²⁴.
- une amélioration de la qualité et du standard des véhicules.
- une amélioration des conditions de circulation – fluidité du trafic – prise en compte des deux roues dans des couloirs séparés etc.
- l'instauration de la journée continue.
- une réflexion sur l'urbanisme actuel et les besoins de transport générés à terme.

1.5.3 Perspective d'évolution des consommations des hydrocarbures

La Figure 13 présente la vision de l'évolution des consommations d'hydrocarbures tels qu'envisagée par le MMCE, qui prend en compte les perspectives discutées précédemment (évolution constante du secteur du transport, augmentation de la demande électrique et croissance du réseau national avec raccordements). Les quantités estimées sont reportées dans le tableau 7.

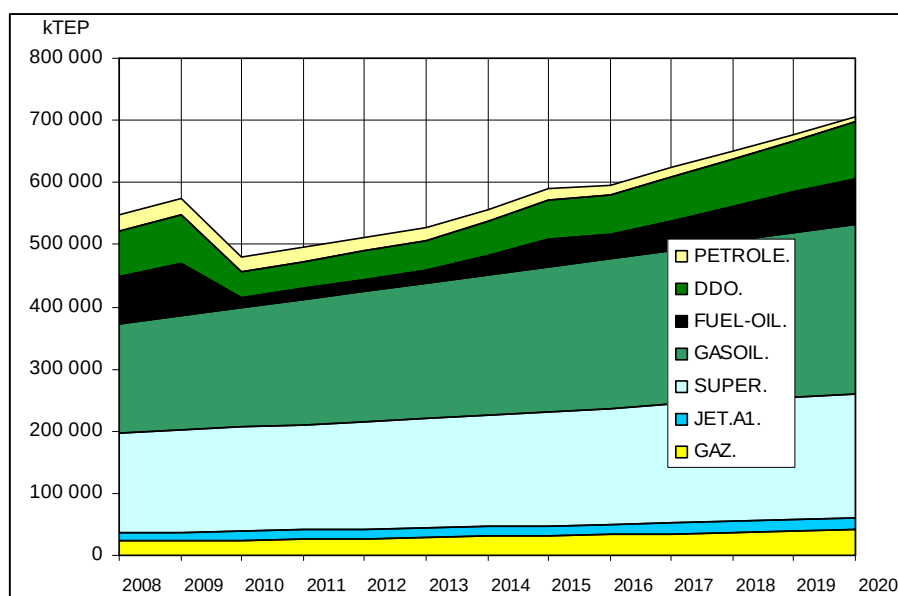


Figure 12: Projection d'évolution de la consommation des hydrocarbures selon le Ministère des Mines des Carrières et de l'Energie, 09 sept. 2008.

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
SUPER	160 015	163 415	166 815	170 215	173 615	177 015	180 415	183 815	187 215	190 615	194 015	197 415	200 815
GASOIL	176 965	184 965	192 965	200 965	208 965	216 965	224 965	232 965	240 965	248 965	256 965	264 965	272 965
DDO	74 869	78 598	81 289	83 309	85 524	87 366	89 553	91 548	93 665	95 097	96 633	98 278	99 031
FUEL-OIL	74 362	84 515	15 954	17 206	18 804	19 646	30 550	42 994	37 610	46 735	55 860	64 984	74 097
PETROLE	25 498	25 498	24 498	23 498	22 498	20 998	19 498	17 998	16 498	14 498	12 498	10 498	8 498
JET.A1	13 676	14 018	14 368	14 727	15 095	15 473	15 860	16 256	16 662	17 079	17 506	17 944	18 392
GAZ	22 445	23 585	24 783	26 042	27 365	28 755	30 216	31 750	33 363	35 058	36 838	38 710	40 676
TOTAUX	547 830	574 594	480 673	495 963	511 866	527 217	557 056	589 327	595 979	623 047	650 316	677 793	705 474

Tableau 7 : Perspective d'évolution des consommations d'hydrocarbures (MMCE)

²⁴ Analyse de l'impact de la remise à flot de la compagnie de transport urbain et projet d'avenir « Tramways Ouaga 2000-Centre ville etc. ». Transport en commun pour Bobo Dioulasso

Sur la figure 13 on observe bien que les hydrocarbures pour les transports et la production d'électricité (super 91 DDO, gasoil, fuel-oil) vont continuer à occuper une place prépondérante et leur consommation va augmenter dans les prochaines années.

On note une baisse en consommation de Fuel oil et de DDO en 2010 correspondant avec les projections d'interconnexions au réseau Ivoirien de la ville de Ouagadougou et sa périphérie. Cette baisse est prévue pour être très ponctuelle, le MMCE envisage effectivement que les consommations de ces hydrocarbures recommencent à croître entre 2012 et 2015 lorsque l'augmentation de la demande électrique ne pourra pas être entièrement supportée par l'interconnexion.

La tendance observée ces dernières années de baisses de consommation de pétrole lampant va continuer, et l'utilisation de cet hydrocarbure va devenir très marginale en 2020.

L'utilisation du gaz va continuer de croître pour atteindre 705 kTEP en 2020 (rappel : consommation en 2007 : de 21 kTEP)

Comme pour toutes les projections, il convient de considérer avec précaution ces prévisions d'évolution des consommations d'hydrocarbures. Les variations du prix du baril, la santé économique du pays, le développement des énergies renouvelables...etc, sont des facteurs qui peuvent fortement impacter et modifier ces prévisions.

Cependant, il est certain que, comme observé ces dernières années, le marché des hydrocarbures va continuer de se diviser en trois grands secteurs :

1. le transport léger et poids lourds à partir de véhicules diesel.
2. le transport léger à partir de véhicules de motorisation type essence.
3. la production d'électricité.

Pour toute politique de substitution, il convient donc de bien cibler ces trois secteurs afin d'avoir un impact qui permette d'impulser une dynamique d'indépendance énergétique du Burkina Faso.

1.5.4. Les plateformes multifonctionnelles (PTF)

1.5.4.1 Description du projet PTF

Une plateforme multifonctionnelle est à la fois un système de production d'énergies mécanique et électrique ainsi qu'une entreprise de service énergétique en milieu rural pour la transformation agricole. A l'initiative du Gouvernement burkinabé, un Programme national pour le développement de Plate-forme multifonctionnelle (PTF), soutenu par le PNUD, a vu le jour en 2005, à la suite d'une phase pilote achevée en 2004.

A ce jour, plus de 144 PTF seraient installées dans les régions de la boucle du Mouhoun, du Centre Ouest, de l'Est, du Centre Est et du Nord, créant 960 emplois rémunérés et touchant une population d'environ 100 000 personnes. Le projet comprend l'installation de 400 unités d'ici à fin 2008.

Une Plateforme multifonctionnelle permet la fourniture d'énergie mécanique et électrique de manière décentralisée; elle est conçue avec du matériel et des pièces de rechange facilement accessibles. Dans la philosophie du programme national des PTF, une Plateforme permet donc d'offrir des services énergétiques pour des usages productifs, sociaux, individuels et collectifs. Les services énergétiques permettent d'économiser à la fois l'énergie humaine et le temps, et suscitent la possibilité de génération de revenus, de réduction de la pauvreté et de développement humain. Les plateformes fonctionnent aujourd'hui au gasoil.

Selon les premières expériences d'installation, les plates formes multifonctionnelles auraient déjà fait certaines preuves en termes d'impact direct sur la population rurale²⁵:

- une augmentation de la capacité de produire sur les champs.
- une augmentation de la capacité à diversifier les sources de revenus (soudure, charge batterie, décortique etc.)
- une amélioration des conditions sanitaires à travers l'éclairage des centres de sante et la distribution d'eau potable.
- une amélioration du taux de fréquentation des écoles : libérés des taches domestiques les jeunes filles ont beaucoup plus de temps pour aller a l'école.

Le Programme National PTF au Burkina couvre 4 zones d'intervention et sa mise en œuvre associe des opérateurs locaux de développement et des ONG:

- Fada (géré par l'ONG Tin tua)
- Ouahigouya (géré par la FNGN)
- Dédougou (géré par l'ONG Ocades)
- Koudougou (géré par l'ONG Adis/Amus)

Les plateformes sont achetées et gérées par les femmes à travers des comités féminins de gestion, avec comme but de réduire la pénibilité des travaux et de développer des activités productives et génératrices de revenus. Leur multifonctionnalité permet de moderniser d'autres activités artisanales dans le village.

1.5.4.2 Description technique de la PTF

La PTF est bâtie autour d'un moteur diesel de type Lister de marque indienne (RHINO) généralement appelé moteur indien. La puissance de 10 CV est généralement utilisée au Burkina Faso, ce qui correspond à 7Kw, 3 PTF sont cependant équipées d'un moteur à 16 CV. Ce type de moteur a été choisi car il est largement utilisé en Afrique de l'Ouest depuis des décennies et est ainsi bien connu des villageois qui l'utilisent, ce qui rend plus facile les éventuelles réparations ou opérations de maintenance. Le module de base d'une PTF se compose d'un moteur, d'un moulin, d'une décortiqueuse, d'un alternateur, d'un chargeur de batterie. La configuration des PTF est toutefois modulable selon les priorités locales.²⁶

Le moteur est monté sur deux traverses et logé dans un hangar. Il fournit de l'énergie transmise par une courroie, à laquelle peuvent être connectés jusqu'à une douzaine de modules mécaniques et électriques, d'où sa « multifonctionnalité ». Les modules sont conçus localement et sont construits avec du matériel et des pièces de rechange facilement disponibles.

Les modules sont choisis par les villageois selon leurs propres besoins. On peut les doter de :

- broyeurs, moulins, décortiqueuses et presse à huile végétale pour la transformation des produits agricoles
- poste de soudure et matériel de sciage de bois d'œuvre
- groupes électrogènes pour la charge de batteries et pour les mini-réseaux villageois de distribution (on peut brancher jusqu'à 250 ampoules électriques)
- pompes à eau avec possibilité de distribution d'eau potable.

Ces modules peuvent être utilisés simultanément ou séparément à la suite, en fonction des besoins et des puissances des modules.

²⁵

²⁶ Source : PNUD, programme PTF (www.ptfm.net)

1.5.4.3 Modalités et fréquence d'utilisation

Une plate-forme fonctionne en moyenne 5 heures par jour, mais cela dépend des régions. Par exemple dans la région de Fada, la plateforme fonctionne plutôt 3 heures par jour et dans le centre ouest plutôt 6 heures et plus. Ces différences s'expliqueraient par le fait que l'utilisation première de la plateforme est la transformation agro alimentaire, or la région de Fada est plus une région d'élevage et le centre ouest est une région céréalière.

1.5.4.4 Consommation en carburant

D'après les données techniques du programme, la consommation horaire est 1,5 à 2 litre/heure. Elle varie en fonction des appareils reliés à la plateforme, les activités de mouture étant moins consommatrice que les activités de décortilage. Cela correspondrait donc à une consommation journalière d'environ 7 litres et donc à une consommation annuelle proche de 2 500 litres.

En terme de quantité de carburant nécessaire pour faire tourner les modules, il faut savoir que 1 litre de gazole (3 kw/h) permet de faire fonctionner un moulin pendant 1 heure²⁷.

1.5.4.5 Les coûts

Le coût estimatif d'une PTF (sans le local et sans réseau d'eau ou réseau d'éclairage) avec un moteur, une décortiqueuse, un alternateur, un abri et les frais d'installation - est estimé à environ 5 millions de francs CFA. La contribution des villageois correspond généralement à environ 30 pour cent de ce total. Les études de faisabilité coûtent environ 1 million FCFA, les formations en alphabétisation et en gestion coûtent en moyenne 1 million FCFA; la totalité de ces coûts est entièrement subventionnée. Le coût total revient donc à 7 millions²⁸.

Il existe deux approches possibles pour la gestion d'une PTF :

- une gestion de type communautaire (implantation et gestion de la PTF par des groupements féminins). Les villageois contribuent par l'apport de l'abri et par un apport financier de 5 à 10% du coût de la PTF
- une gestion de type privé (implantation et gestion de la PTF par des entrepreneurs privés) L'apport de l'abri est obligatoire ainsi que la contribution de l'entrepreneur à hauteur de 40 à 60% du coût de la PTF.

En ce qui concerne les coûts de fonctionnement d'une plateforme, le programme n'est pas encore en mesure de fournir de chiffres fiables, leur mise en place étant trop récente. Les pièces d'usures et les branchements individuels doivent être pris en charges par les bénéficiaires (robinets, bornes fontaines, interrupteur, tube néon).

1.5.4.6 La gestion des PTF

Les intervenants du projet au niveau du pays se situent à plusieurs niveaux :

- **à l'échelle locale (village)** : les PTF sont gérées par des communautés de femmes (CFG, comité féminin de gestion) ou des individus (gestion de type privée) ou encore par un concessionnaire (contrat de concession entre le CFG et le concessionnaire). Un

²⁷ Information donnée par l'ONG Tin Tua à Fada

²⁸ Source : PNUD, www.ptfm.net

comité féminin de gestion (CFG) est composé de 7 membres (une présidente, une caissière, une trésorière, 2 meunières, 2 contrôleuses).

- **à l'échelle régionale/district** : les actions terrain sont suivis par des Cellule d'Appui Conseil (CAC), tutelle d'une région ou d'un ensemble de villages regroupés géographiquement (ONG présentes dans les 4 zones de découpage du Burkina Faso qui accompagnent la mise en œuvre des programmes PTF locaux au travers des CAC : TIN TUA, la FNGN, l'OCADES, le groupe ADIS/AMUS)
- **à l'échelle nationale** : la coordination nationale (UCN) coordonne les programmes PTF du pays
- **à l'échelle sous-régionale** : le Programme Régional Energie Pauvreté (PREP) met en relation les différents projets nationaux dans une perspective de contribution active dans la mise en œuvre des politiques énergétiques nationales.

1.5.4.7 Les Plateformes multifonctionnelles avec réseau (PTR)

Un autre type de plateforme est également envisagé, ce sont les Plateformes avec mini réseau (PTR). Ces plateformes sont des plateformes électriques destinées aux localités rurales qui auront accès à l'électrification de réseau monophasé et triphasé. Ces localités devraient donc être alimentées par un réseau Basse Tension, soit raccordées à un réseau MT mono ou triphasé, soit alimentées par un groupe diesel. Ces plateformes, outre la force motrice qu'elles peuvent produire, seront surtout dédiées à la fourniture d'électricité. Ces plates formes avec réseau, seraient donc capables de fournir de l'éclairage domestique, de l'énergie pour les activités économiques (dont l'eau pour le maraîchage), de l'énergie pour la force motrice (mouture, décorticage) et enfin des services d'énergie électrique pour la soudure et la charge de batterie par exemple.

LA PTR est équipée d'un moteur de 15 kVA avec un alternateur de 8 à 12 kW qui permet de produire de l'ordre de 15.000 kWh max par an consommant 6000 l/an , soit environ 4 litre par heures. La différence fondamentale entre une centrale Diesel et une PTR est qu'une centrale diesel fournit exclusivement de l'énergie électrique pour être transportée et distribuée dans un réseau électrique tandis qu'une PTR fournit des services énergétiques divers allant du mécanique à l'électrique (transportée et distribuée dans un mini-réseau). Le choix de l'une ou l'autre des options doit donc tenir compte non seulement du nombre d'habitants de la localité mais surtout de la demande en services électriques (niveau de développement des activités socio-économiques par exemple).

L'alimentation de PTF et de PTR par du biocarburant produit localement, peut constituer une stratégie intéressante à mettre en place pour assurer l'approvisionnement énergétique nécessaire au développement de nouvelles activités économiques et à l'électrification en milieu rural. Cette option est actuellement en phase de recherche et développement afin de déterminer les opportunités d'utilisation du jatropha principalement, comme carburant de substitution dans les plateformes.

1.6 Conclusion :

Le Burkina Faso - avec un taux de couverture électrique en zone rurale inférieur à 2% et un taux d'accès inférieur à 1%- est donc un pays faiblement électrifié où la place des énergies renouvelables reste marginale et qui subit une forte dépendance vis-à-vis des importations de produits pétroliers.

En effet, la totalité des hydrocarbures - premières sources d'énergie utilisée au Burkina Faso- sont importés. Ces importations concernent majoritairement les domaines du transport et de la

production d'électricité dans des centrales thermiques. Avec une consommation d'hydrocarbures ayant presque triplé - du à la hausse de la demande en électricité et à l'augmentation du parc automobile - le pays cherche donc des solutions pour substituer ces produits pétroliers et gagner en indépendance énergétique.

Dans l'optique de la mise en place d'une stratégie de développement de biocarburants au Burkina Faso et pour toute politique de substitution, il conviendrait donc de bien cibler les trois secteurs les plus consommateurs d'hydrocarbures que sont le transport des véhicules légers et poids lourds équipés de moteurs diesel, le transport léger à partir de véhicules de motorisation type essence, et la production d'électricité, afin d'avoir un impact qui permette d'impulser une dynamique d'indépendance énergétique du Burkina Faso

Suivant cette logique, développer les biocarburants dans ces secteurs reviendrait à mettre en place des systèmes de production permettant de produire des biocarburants utilisables dans les centrales thermiques pour la production d'électricité et dans des moteurs de types diesel ou essence pour le transport. Concernant la substitution dans la production d'électricité, puisque les groupes électrogènes de la SONABEL sont équipés pour démarrer avec du DDO -qui est un carburant qui a une bonne combustion à froid- puis une fois chauds d'être alimentés avec du Fuel-oil qui n'a une combustion complète qu'à haute température- ce type de fonctionnement serait tout a fait adapté à l'utilisation d'huiles végétales brutes comme carburant dans des moteurs préchauffés.

De plus, il convient également d'anticiper la possibilité que de nouvelles activités consommatrices d'énergies apparaissent en zone rurale. La stratégie d'utilisation rationnelle des énergies voulue par le Burkina Faso ne concernant pratiquement que le secteur de l'électricité et très peu le transport et la production de force motrice en zone rurale.

Dans ces zones rurales, les biocarburants pourraient alors se développer non pas pour se substituer aux hydrocarbures, mais pour le développement de nouvelles activités.

Ainsi, pour ce qui est de la production d'énergie par la force motrice dans les zones rurales, ont été implantées des plateformes multifonctionnelles, permettant d'offrir des services énergétiques pour des usages productifs, sociaux, individuels et collectifs. Ces nouveaux services énergétiques permettent d'économiser à la fois l'énergie humaine et le temps, et suscitent la possibilité de génération de revenus, de réduction de la pauvreté et de développement humain.

Aujourd'hui ces plateformes fonctionnent au gasoil, et des tests sont actuellement en cours pour évaluer la faisabilité de les alimenter avec des biocarburants.

2. Etat de l'art sur la production de biocarburants

La fourniture mondiale d'énergie dépend largement de la production pétrolière. Les besoins en pétrole devraient augmenter encore dans le moyen terme avec le développement du secteur des transports, en particulier dans les pays en croissance de la zone non OCDE, et notamment dans les pays en développement.

Conscients de ce risque, les pays Africains s'intéressent de plus en plus aux biocarburants comme une source renouvelable d'énergie, susceptible de remplacer les dérivés du pétrole dans le secteur des transports. Ces biocarburants permettraient aux pays de limiter leur dépendance vis à vis des importations et d'avoir accès à une source d'énergie à moindre coût. Les biocarburants apparaissent aujourd'hui comme l'une des clefs du développement futur de l'économie africaine.

Le terme biocarburants décrit étymologiquement tous les carburants issus de la biomasse²⁹. Selon la directive européenne 2003/30/CE³⁰, on appelle biocarburant, « un combustible liquide ou gazeux utilisé pour le transport et produit à partir de la biomasse ».

En pratique, ceux-ci se classent en deux grandes familles: les biocarburants de « première génération » issues d'une partie de la plante riche en produits oléagineux ou en sucre, alors que les biocarburants de « seconde génération » valorisent toute la plante.

Les biocarburants de « première génération » sont produits à partir de technologies matures, qui depuis une vingtaine d'années sont largement utilisées et répliquées dans le monde. Ce sont principalement : les huiles végétales pures, le biodiesel et l'éthanol produit à partir de matières sucrées et amylacées.

Les biocarburants de seconde génération sont très peu développés pour des raisons de rentabilité économique et de maîtrise de la technologie de production. C'est le cas par exemple de l'éthanol cellulosique (produit à partir de résidus agricoles comme les pailles de céréales, de résidus forestiers etc.) ou les carburants BTL (biomass to liquid) qui sont des hydrocarbures de synthèse produits à partir des gaz issus des procédés de gazéification et du craquage thermique de biomasses. Des travaux de recherche et développement sont nécessaires pour optimiser les performances et les rendements de ces procédés industriels. Les acteurs de la filière biocarburants estiment que ces procédés ne seront pas disponibles et rentablement optimisés avant 15 à 20 ans.

Ce chapitre présente l'état de l'art sur la production et l'utilisation des biocarburants de première génération.

2.1 Les huiles végétales pures

2.1.1 Production des huiles végétales pures³¹

Les huiles végétales carburants (HVC), aussi connue sous les noms d'huiles végétales pures (HVP) ou huiles végétales brutes (HVB) peuvent être utilisées (jusque 100 %) comme carburant par tous les moteurs diesel (inventés à l'origine pour ce type de carburant), sous réserve de

²⁹ La biomasse, une des formes de captation de l'énergie solaire, désigne au sens large l'ensemble des matières organiques d'origine végétale ou animale. Selon la Directive Européenne 2003/30/CE, la biomasse désigne : « la fraction biodégradable des produits, déchets et résidus provenant de l'agriculture (y compris les substances végétales et animales), de la sylviculture et de ses industries connexes, ainsi que la fraction biodégradable des déchets industriels et municipaux ».

³⁰ **DIRECTIVE 2003/30/CE** du Parlement Européen et du Conseil de l'Europe, mai 2003.

³¹ Huile produite à partir de plantes oléagineuses par pression, extraction ou procédés comparables, brute ou raffinée, mais sans modification chimique (Directive Européenne 2003/30/CE).

respecter certaines précautions et d'apporter parfois quelques modifications mineures en fonctions du type de moteur et des applications.

Elles sont également la matière première brute qui sert à la fabrication du biodiesel qui est un ester alcoolique utilisé aujourd'hui incorporé directement dans le gazole (cf. paragraphe 2)

Les huiles végétales sont obtenues par simple pressage de biomasses oléagineuses. Chimiquement elles sont essentiellement constituées à environ 95% de triesters nommés triglycérides à liaisons insaturées (doubles liaisons carbone/carbone) et à 5% d'acides gras libres. Classiquement, en fonction des contextes et des applications, on distingue deux principales filières de production d'huiles végétales : la filière industrielle et la filière artisanale.

2.1.1.1 La filière industrielle

Les installations industrielles d'huileries peuvent avoir des capacités de trituration (pressage) de plusieurs milliers de tonnes de graines par jour.

Dans ces installations, les graines ou amandes subissent en général dans un premier temps les opérations de séchage, de nettoyage et de décorticage. Il s'ensuit les phases de pression, d'extraction et de raffinage.

- **La phase de pression**

Généralement les graines sont aplaties (opération de broyage-laminage) puis portées à une température de 80°C en présence de vapeur d'eau (opération de cuisson) avant d'être pressées. On obtient l'huile de première pression et le tourteau de pression (contenant 12 à 20% d'huile pour le colza et le tournesol, figure 14).

- **La phase d'extraction**

Elle consiste à extraire l'huile résiduelle contenue dans le tourteau de pression à l'aide d'un solvant. Le solvant couramment utilisé est l'hexane : un mélange d'huile et d'hexane (miscella) est ensuite séparé par distillation. L'huile obtenue est une « huile brute d'extraction ». Le solvant est condensé puis réutilisé dans la chaîne.

Le tourteau obtenu est séché sous vide à 100°C et peut être utilisé comme aliment pour le bétail, fertilisant pour les sols ou comme combustible dans les chaudières.

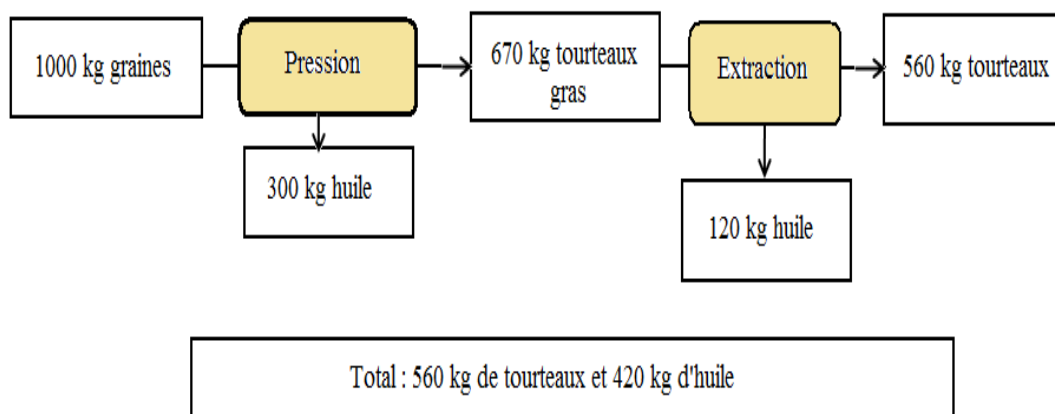


Figure 13: Description du process et rendement de la trituration pour une unité de trituration de colza³²

³² Etat du développement de la filière diester en France préparé par VERMEERSCH et présenté par LIENNARD
LIENNARD A., Session de formation sur les biocarburants, 2IE, Ouagadougou 14-17 mars 2007

- **La phase de raffinage**

Elle consiste à éliminer les impuretés, certains pigments, odeurs etc., contenus dans l'huile brute. Cette phase comporte les opérations de :

- dégomme ou démulcination : élimination des mulcines (phospholipides) par précipitation grâce à de l'eau pure ou de l'eau acidulée, suivi d'une décantation ou d'une centrifugation.
- neutralisation-lavage-séchage : élimination des acides gras libres par ajout d'une solution basique (soude) avec brassage suivi d'un lavage à l'eau. Le mélange d'eau et de savons (« soap stock ») issus de la neutralisation, est séparé de l'huile par décantation ou centrifugation. L'huile obtenue est séchée sous vide à 100 °C.
- le « décolorage » : élimination des cires contenues dans certaines huiles (tournesol par exemple). Il se fait par diverses méthodes : « winterisation », centrifugation, démulcination à froid etc.

Une fois désodorisée et décolorée, l'huile issue de ces différentes opérations est de qualité alimentaire.

2.1.1.2 La filière artisanale

Cette filière est beaucoup plus simple que la première. Elle comporte une phase de pression à froid³³ suivi d'une décantation et d'une filtration.

- **La pression à froid**

Cette opération produit 1/3 d'huile de première pression et 2/3 de tourteau. Elle est optimisée pour un taux d'humidité compris entre 5 et 8%³⁴. La pression peut se faire manuellement (pression par cric hydraulique, vis de vérin, bras de levier avec une capacité inférieure à 10 litre par heure) ou de façon motorisée (presses à vis). Les capacités des presses à vis utilisées vont de 4 à 1800 kg par heure suivant les cas. On distingue en général les presses à vis à barreaux (40kg/h à plus de 2 000 kg/h) et les presses à vis à cage percée (< 50 kg/h).

Selon le type de presse, on obtient des tourteaux avec des teneurs en matières grasses allant de 7 à 25 %. Le rendement d'extraction quant à lui, est lié à la vitesse de rotation de la vis et au diamètre de la buse de sortie³⁵ : plus la vitesse de rotation est faible et le diamètre de la buse réduit, plus le rendement d'extraction est élevé. Toutefois dans ce cas, le rendement horaire décroît.

- **La décantation et la filtration**

L'huile obtenue subit une décantation à l'issue de laquelle les sédiments sont retirés. Cette opération dure entre 3 à 7 jours. Elle a l'inconvénient de conduire à des pertes importantes d'huile dans les sédiments. La filtration peut être effectuée avant la décantation (en sortie de presse) ou effectuée après la décantation. Pour un usage comme

³³ Pression sans passer par l'étape de cuisson. La pression est dite « à chaud » dans le cas contraire

³⁴ **VAITILINGOM G., BATAIS L., DEFAYE S.**, Perspectives de développement de l'utilisation des huiles végétales pures hors utilisations biocarburant, Rapport final, DEBAT/ CIRAD, (2006)

³⁵ **Tests de Valbiom**, cités par MH. NOVAK et JM. JOSSART (2004) ; « Diversification agricole : guide pour la production et les débouchés d'huile et de tourteau de colza à la ferme ». Juin 2004

combustible, une filtration de 10 µm minimum est exigée pour des applications moteurs. On distingue plusieurs types de filtres : les filtres à cartouches (particules > 1 µm), les filtres à plaques, et les filtres à membranes (particules de 100 à 1 µm). L'huile obtenue n'est pas de qualité alimentaire (sauf pour certaines huiles : huiles « concrètes ») mais elle peut être utilisée comme carburant dans les moteurs diesel ou comme combustible dans les brûleurs. Toutefois, elles doivent contenir moins de 500 ppm de particules après une filtration à 10 microns, moins de 50 ppm de phosphore et moins de 500 ppm de cires³⁶; sinon une filtration supplémentaire de minimum de 5 µm est nécessaire qui peut être encore améliorée jusqu'à 1 µm³⁷.

Les principales huiles végétales alimentaires et non alimentaires, utilisées aussi bien dans la filière industrielle que la filière artisanale, sont données par le tableau 8 ci-dessous.

Nom botanique	Nom commun	Huile/Graine (%)
<i>Zea mays</i>	Maïs	-
<i>Cocos nucifera</i>	Cocotier	60
<i>Elaeis guineensis</i>	Palme et palmiste	20 et 50
<i>Orbignya speciosa</i>	Babassu	60
<i>Juglan regia</i>	Noix	-
<i>Brassica campestris</i>	Colza	41
<i>Arachis hypogaeasis</i>	Arachide	50
<i>Linum usitatissimum</i>	Lin	38
<i>Carthamus tinctorius</i>	Carthame	35
<i>Aleurites fordii</i>	Tung	60
<i>Ricinus communis</i>	Ricin	49
<i>Jatropha curcas</i>	Pourghère	30
<i>Gossypium hirsutum</i>	Coton	36
<i>Simmondsia chinensis</i>	Jjoba	60
<i>Butyrospermum parkii</i>	Karité	30
<i>Olea europaea</i>	Olive	
<i>Sesamum indicum</i>	Sésame	52
<i>Helianthus annuus</i>	Tournesol	40
<i>Glycine max</i>	Soja	25

Tableau 8 : Principales huiles végétales (alimentaires et non alimentaires)³⁸

³⁶ **VAITILINGOM G.** Extraction, conditionnement et utilisation des Huiles Végétales Pures Carburant, Rapport final, octobre 2007.

³⁷ **VAITILINGOM G., BATAIS L., DEFAYE S.,** Perspectives de développement de l'utilisation des huiles végétales pures hors utilisations biocarburant, Rapport final, DEBAT/ CIRAD, (2006)

³⁸ **VAITILINGOM G.,** Huiles végétales – biocombustibles diesel : influence de la nature des huiles et en particulier de leur composition en acides gras sur la qualité-carburant, thèse de doctorat, Université d'Orléans, 1992.

2.1.2 Usages énergétiques des huiles végétales pures

Les huiles végétales peuvent être utilisées pures ou en mélange au gazole pour la carburation automobile (transport), ou dans des applications spécifiques (« circuits-courts ») : les moteurs diesel à poste fixes (pompage, irrigation, électrification etc.), les brûleurs (chauffage, séchage...), les installations de cogénération (production combinée d'électricité et de chaleur).

Les conditions d'utilisation des huiles végétales pures dans les moteurs diesel ou dans les brûleurs sont étroitement liées aux propriétés physico-chimiques des huiles, et aux conditions thermiques dans la chambre de combustion du moteur ou du brûleur (qui dépend de la technologie du moteur). Le tableau II donne les principales caractéristiques physiques et chimiques de quelques huiles végétales. En effet, les huiles végétales diffèrent fondamentalement du gazole par :

- leur nature chimique (composition chimique) : pour des faibles températures dans la chambre de combustion ($< 500\text{ °C}$), les délais d'inflammation³⁹ et les temps d'évaporation des gouttes d'huiles sont plus longs que dans le cas du gazole. On assiste à la formation de dépôts sur certains organes du moteur (piston, injecteur, culasse etc.) suite à une polymérisation de l'huile. Au delà de cette température (500 °C) les temps d'évaporation et les délais d'inflammation sont quasi-identiques et on n'observe pas plus de dépôts que dans le cas du gazole.
- leur viscosité : la viscosité plus élevée des huiles (10 à 15 fois plus que celle du gazole) provoque des problèmes de pompage (rupture possible de la pompe d'injection), d'atomisation et de pulvérisation. Cela nécessite un préchauffage à des températures atteignant 120 °C pour l'huile pure. Cette température de préchauffage varie suivant la proportion d'huile dans le cas des mélanges huile/gazole.

	Carburant				
	Colza	coton	tournesol	Jatropha	gazole
Densité à 20 °C (kg/m^3)	916	919	925	920	836
Viscosité à 40 °C (mm^2/s)	35,7	35,7	58 ^(*)	55 ^(*)	3,3
Point éclair (°C)	320	230	316	240	63
Pouvoir calorifique inférieur (kJ/kg)	36800	36400	38100	38850	43700
Indice de cétane	37	38	37	45	50
Résidu Conradson (%)	0,41	0,41	-	1,31	0,08
C (%)	77,73	77,39	76.9		85.1
H (%)	11,92	11,90	11.7		14.9
O (%)	10,76	11,10	11.4		-

Tableau 9 : Caractéristiques physico-chimiques de quelques huiles végétales⁴⁰

³⁹ le carburant injecté doit s'auto enflammer sous l'effet de l'élévation de température résultant de la forte compression de l'air. En fait, il s'écoule un certain temps entre le début de l'injection et le début de la combustion. Cet intervalle de temps s'appelle le délai d'inflammation.

⁴⁰ **DAHO T.**, Contribution à l'étude des conditions optimales de combustion des huiles végétales dans les moteurs diesel et sur les brûleurs : cas de l'huile de coton, thèse de doctorat, Université de Ouagadougou, 2008.

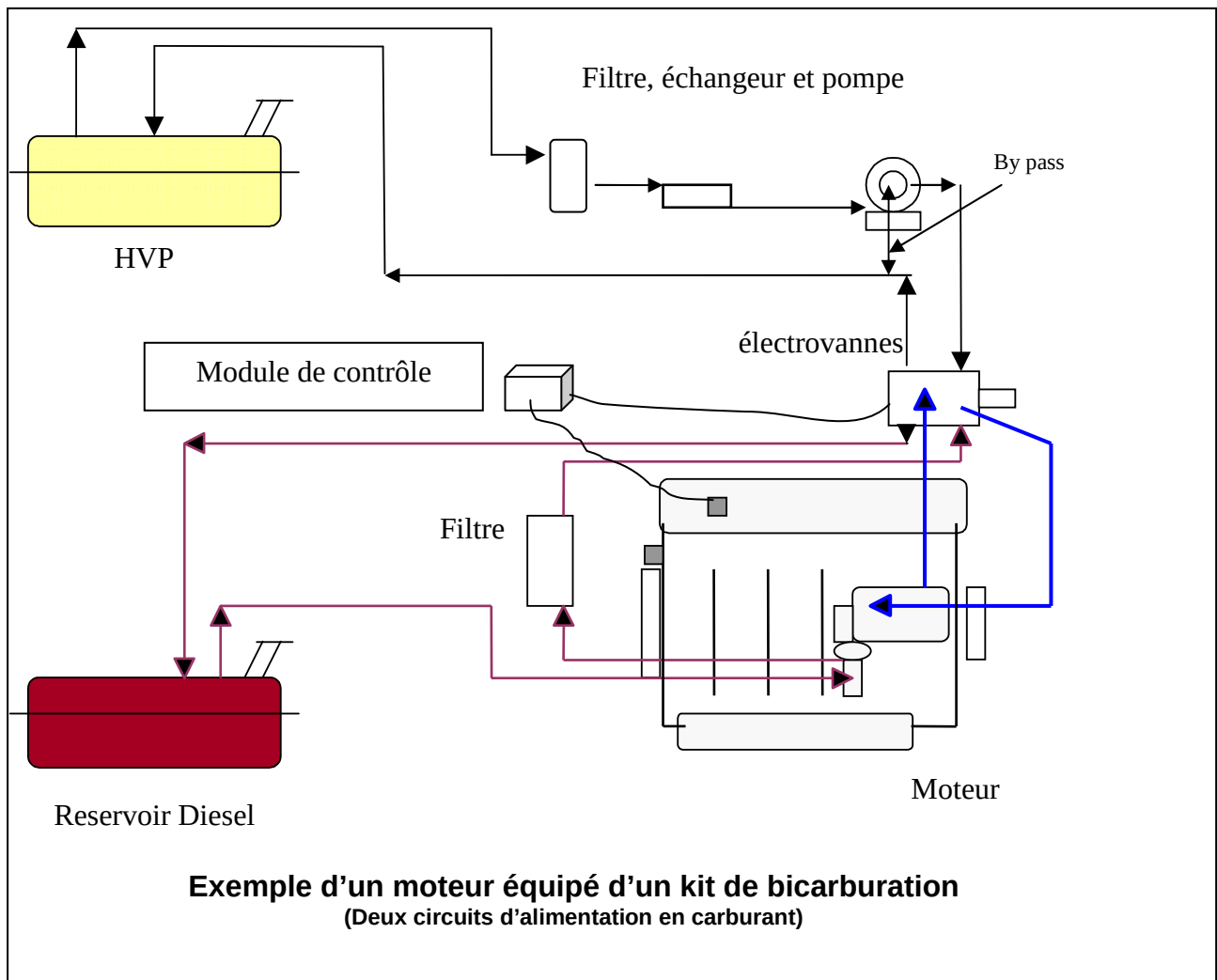
Pour les moteurs diesel, il existe deux principales technologies :

- **les moteurs à injection indirecte** : Ils sont caractérisés par une préchambre de combustion où la combustion est initiée et une chambre principale où se poursuit la combustion par diffusion. Ils équipent les véhicules automobiles, certains moteurs industriels. Ces derniers tolèrent les huiles végétales pures (moyennant une bonne filtration). Mais les tendances des 20 dernières années les ont rendus minoritaires face aux injections directes.
- **les moteurs à injection directe** : **L'injection et la combustion du carburant sont effectuées dans une chambre de combustion unique.** Les puissances vont de 0,5 kW jusqu'au mégawatt. Sans modifications, ceux-ci n'acceptent pas les huiles végétales pures. Lorsqu'ils sont alimentés avec des huiles végétales pures à des charges inférieures à 50%

de leur charge maximale (chambre de combustion à basse température), on assiste à la formation de dépôts charbonneux à l'intérieur du moteur et une forte dispersion cyclique pouvant conduire à des dégâts mécaniques parfois importants⁴¹. Dans ce cas, les températures dans la chambre de combustion sont inférieures à 500 °C. L'utilisation de mélanges significatifs d'huile végétale et de fioul (contenant plus de 10 % d'huile) ne résout pas les problèmes d'encrassement tant que la charge reste inférieure à 50%. L'encrassement existera toujours, seul le temps de formation est fonction du taux d'huile végétale. Pour assurer une température de la chambre de combustion supérieure à 500 °C, on réalise un fonctionnement en bicarburation en utilisant un kit de bicarburation, sans modification mécanique du moteur. Ce type de kit permet de démarrer le moteur froid avec du gasoil et d'alimenter le moteur avec 100% d'huile végétale une fois que les conditions de température dans la chambre de combustion sont suffisantes (supérieure à 500 °C).

MURUGESAN A., UMARANI C., SUBRAMANIAN R., NEDUNCHEZHIAN N., Biodiesel as an alternative fuel for diesel engines—A review, Renewable and Sustainable Energy Revdoi:10.1016/j.rser.2007.10.007, 2008.

⁴¹ VAITILINGOM G. Extraction, conditionnement et utilisation des Huiles Végétales Pures Carburant, Rapport final, octobre 2007.



L'électrovanne est pilotée par une information sur la charge instantanée du moteur (température des gaz d'échappement ou vitesse de rotation).

L'utilisation des huiles végétales pures ou en mélange au fioul dans des applications thermiques avec des brûleurs nécessite, en plus des exigences de filtration des huiles, une adaptation qui consiste :

- à intégrer dans le circuit d'alimentation du brûleur, un dispositif de réchauffage et de recirculation du combustible permettant d'obtenir des températures du combustible d'environ 140 °C pour une bonne pulvérisation ;
- à effectuer un choix adapté du gicleur et à effectuer des réglages adaptés de la pression de pulvérisation et du débit d'air.

En résumé : les huiles végétales pures peuvent être utilisées dans les moteurs diesel ou dans les brûleurs (surtout orientés pour des applications spécifiques : « circuits-courts ») mais compte tenu de leurs spécificités par rapport au gazole ou au fioul, leur utilisation nécessite :

- ✓ une bonne filtration : contenir moins de 500 ppm après une filtration à 10 microns, moins de 50 ppm de phosphore et moins de 500 ppm de cires.
- ✓ un préchauffage pour palier les problèmes d'injection ou de pulvérisation liée à leur viscosité plus élevée que celle du gazole
- ✓ une température de chambre de combustion suffisante qui passe par l'utilisation d'un kit de bicarburation ou la modification de certaines pièces du moteur.

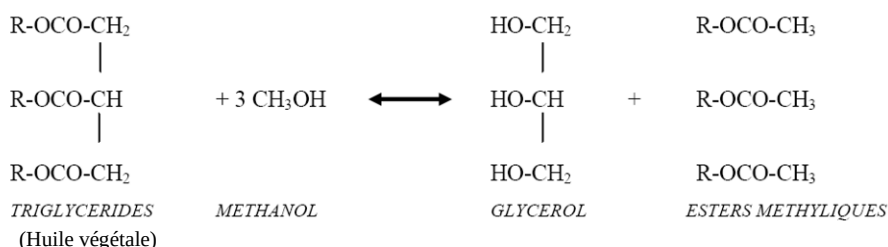
Une fois les conditions favorables à une bonne combustion des huiles végétales remplis, les performances et les émissions sont très comparables à celles obtenues avec le gazole ou le fioul.

2.2 Le biodiesel : esters d'huiles végétales

L'avantage des biodiesels, c'est qu'ils ont des caractéristiques physico-chimiques très proches de celles du gasoil (en particulier la viscosité), si bien qu'ils peuvent substituer ce dernier à 100% sans problème pour le moteur (sauf quelques modifications et entretiens sur les joints et caoutchoucs en général). Pour produire du biodiesel, l'huile subit une trans-estérification en présence d'alcool et d'un catalyseur (généralement basique), et génère un ester (biodiesel) et de la glycérine. Les différents composants de cette « soupe » sont ensuite séparés par centrifugation ou décantation. Les esters obtenus sont appelés biodiesel ou diester.

Selon le type d'alcool (méthanol ou éthanol) utilisé, des esters méthyliques ou éthyliques sont obtenus. La plupart des esters préparés aujourd'hui sont des esters méthyliques (E.M.H.V. pour esters méthyliques d'huiles végétales). Ces derniers sont faciles à synthétiser et préparés à partir de Méthanol (réactif peu cher et issu de la filière pétrochimique).

La réaction de trans-estérification se présente comme suit :



Les propriétés physico-chimiques des esters obtenus sont proches de celles du gazole (Voir tableau 10).

Caractéristique	Gazole	Ester méthylique de colza	Ester éthylique de coton	Ester méthylique de soja
Masse volumique à 20 °C (kg/m ³)	836	880	885	885
Viscosité à 40 °C (mm ² /s)	3,3	6,7	4	4,1
PCI (kJ/kg)	43 700	37 700	37 500	37 300
Point éclair (°C)	63	171	110	171
Indice de cétane	50	49	52	51
Point de trouble (°C)	<-5	-3	1	2

Tableau 10 : Caractéristiques physico-chimiques de quelques esters d'huiles⁴²

2.2.1 Procédés de production des esters méthylique

Pour la synthèse de biodiesel méthylique on distingue :

- les procédés en discontinu utilisés surtout pour les petites capacités. On y rencontre des installations avec de petits réacteurs pouvant produire 150 litres de biodiesel par jour (ou moins), des installations de taille moyenne avec des capacités pouvant aller jusqu'à 2500 litres par jour (ou plus). Généralement, il est considéré qu'une unité d'estérification de ce type est rentable au delà de 20 000 tonnes de biodiesel par an (effet d'échelle qui se traduit par une baisse des coûts de productions) et la limite de ce type de procédés en discontinu est de 80 000 tonnes par an (soit un réacteur de 15 M³).
- les procédés en continu, très souvent choisis dans les productions industrielles actuelles. Les capacités de production des installations industrielles actuelles peuvent dépasser 100 000 tonnes par an.

On distingue par ailleurs deux principales techniques de catalyse : homogène et hétérogène.

- **La catalyse homogène** : La trans-estérification est effectuée suivant le principe général décrit ci-dessus en utilisant un catalyseur basique. Les principaux catalyseurs utilisés dans ce procédé sont la soude, la potasse et le méthylate de sodium. Dans les procédés en continu utilisant la catalyse homogène, la trans-estérification a généralement lieu dans deux réacteurs en série (figure 15). On obtient à la sortie du deuxième réacteur l'ester méthylique qui est lavé (pour éliminer les traces de catalyseur, de glycérine et de méthanol) puis séché à 140 °C sous pression réduite. Les rendements en esters de ce procédé sont compris entre 98,5 et 99,4 %.

La glycérine (glycérol) issue du procédé est purifiée en neutralisant les sels basiques provenant du catalyseur à l'aide d'un acide minéral.

⁴² Synthèse issue de l'étude bibliographique présenté par [7]

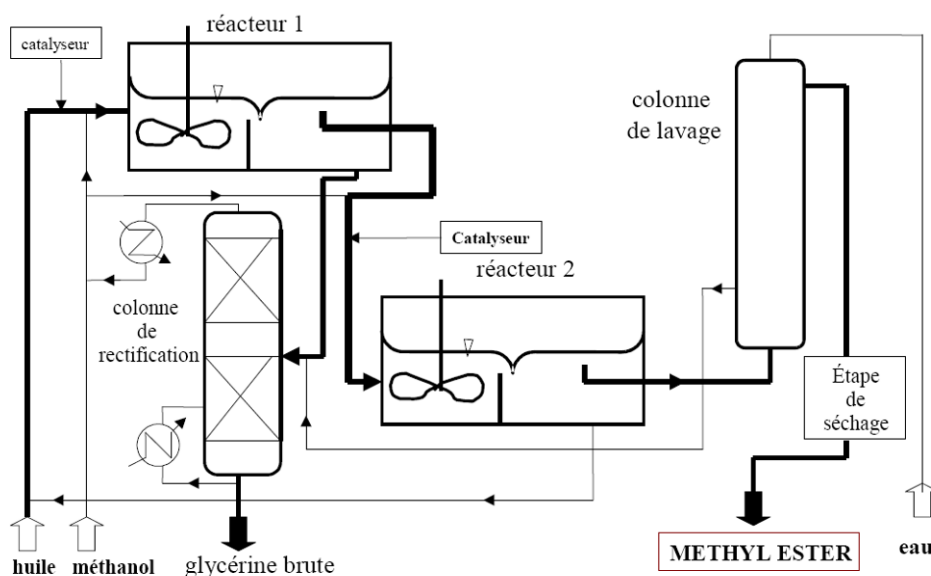


Figure 14: Schéma de principe d'un procédé continu de production d'esters méthyliques par catalyse homogène (société Lurgi)

- La catalyse hétérogène :** Ce procédé utilise un catalyseur en général solide non miscible aux huiles (utilisé généralement dans les procédés en continu). Il a l'avantage de produire de la glycérine qui ne nécessite pas des traitements coûteux de purification (car ne contient pas les sels basiques comme dans le cas de la catalyse homogène) et de permettre une réutilisation du catalyseur. L'un de ces catalyseurs le plus utilisé est un aluminat de zinc de formule ZnAl_2O_4 , (aucune perte d'activité n'est observée après 1 an de fonctionnement, et on observe une bonne résistance à l'attrition⁴³). Dans le procédé continu par catalyse hétérogène, on utilise comme précédemment, deux réacteurs en série (figure 16). La teneur en esters avec ce procédé est supérieure à 98 % en poids. La glycérine obtenue présente une pureté supérieure à celle obtenue par les procédés fonctionnant en catalyse homogène (pureté > 98%).

⁴³ DANIEL BALLERINI, Les biocarburants de première génération : l'éthanol et le biodiesel, Etat de l'art, novembre 2007.

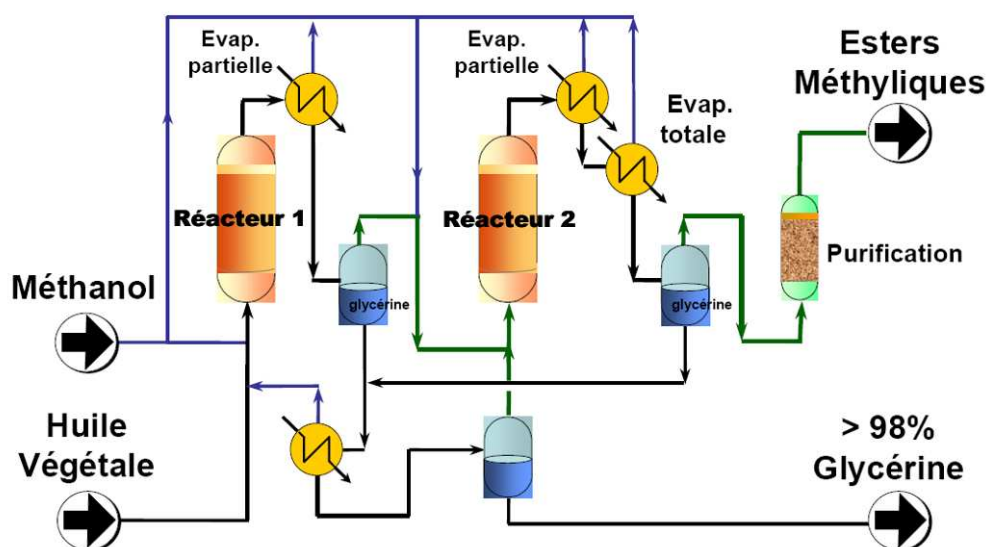


Figure 15: Schéma de principe d'un procédé continu de production d'esters méthyliques par catalyse hétérogène

2.2.2 Procédés de production des esters éthyliques

De l'éthanol peut être utilisé à la place du méthanol. Cependant la catalyse homogène, est très délicate. En effet, la distillation nécessaire de l'alcool à la sortie du premier réacteur (pour favoriser la séparation de la glycérine avant l'entrée dans le second réacteur) est difficile à mettre en œuvre dans le cas de l'éthanol. On peut produire à nouveau des glycérides (réaction inverse) avec la présence du catalyseur, encore actif. Ce problème ne se présente pas en catalyse hétérogène avec l'éthanol.

Un autre inconvénient de l'éthanol est sa pureté (teneur en eau). L'obtention d'éthanol pur, indispensable à la réalisation correcte de la trans-estérification, est beaucoup plus délicate et coûteuse que dans le cas du méthanol. En termes de rendements, ils sont plus faibles que dans le cas du méthanol du fait de la faible réactivité de l'éthanol par rapport au méthanol.

La maîtrise de la production optimisée d'esters éthyliques fait toujours l'objet de recherches. La catalyse hétérogène se présente comme une option intéressante.

2.2.3 Utilisation des esters d'huiles et des sous-produits de la trans-estérification

Les principaux produits issus de la réaction de trans-estérification sont les esters et la glycérine (ou glycérol).

La glycérine est utilisée dans de nombreuses applications :

- dans la chimie (peintures glycérophthaliques, synthon pour diverses synthèses chimiques d'éthers, d'acétals ou de carbonates) ;
- dans les médicaments (sirops, suppositoires etc.) ;
- dans l'alimentation (vin) ;
- dans la cosmétique (solvant, hydratant, pate dentifrice etc.) ;

Les esters obtenus sont utilisés principalement comme carburant dans les moteurs diesel et sont désignés couramment par le terme biodiesel.

Le biodiesel est utilisable pur ou en mélange au gazole dans tout type de moteur diesel (injection directe et injection indirecte). Il est utilisé :

- soit en mélange au gazole : des teneurs de 2%, 5%, 20%, 30% sont généralement incorporées au gazole suivant les pays et selon les types de flottes (voitures particulières, véhicules utilitaires etc.). On parle alors de carburant respectivement B2 (pour biodiesel 2%), B5, B20 et B30.
- soit pur (B100) dans certains pays (Allemagne, Italie, France etc.) dans des véhicules ayant fait l'objet d'adaptations de certains matériaux (en caoutchouc notamment).

Les performances obtenues sont très comparables à celles obtenues avec le gazole. Une synthèse des résultats de la littérature en termes d'émissions de CO (monoxyde de carbone), de HC (hydrocarbures imbrûlés), de particules, de HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques), sont en général favorables aux esters d'huiles végétales ; tandis que, les émissions de NO_x et d'aldéhydes leurs sont défavorables⁴⁴. On observe un bon comportement en endurance de l'ester. Les dépôts sont très faibles, généralement inférieurs à ceux observés avec le gazole. Toutefois, l'ester doit être bien purifié. A ce titre, le biodiesel est soumis généralement à des spécifications particulières⁴⁵.

Parmi les inconvénients liés à l'utilisation d'esters purs d'huiles végétales dans les moteurs diesel, on peut citer la corrosion de certains composants, notamment les matériaux en caoutchouc. Cela nécessite l'utilisation de matériaux adaptés. Aussi, ces esters se comportent comme des solvants pour les peintures et les revêtements. Par ailleurs, ils sont hygrophiles et présentent une légère instabilité par oxydation

2.3 L'alcool : le bioéthanol

Le bioéthanol est l'éthanol d'origine biologique et agricole obtenu par fermentation du sucre extrait de la plante sucrière ou par hydrolyse enzymatiques de l'amidon contenu dans les céréales. Il est utilisé comme biocarburant dans les « moteurs à essence ».

Les végétaux contenant du saccharose (betterave, canne à sucre...) ou de l'amidon (blé, maïs...) peuvent être transformés pour donner du bioéthanol, On parle généralement de filière "sucre" pour désigner cette filière de production du bioéthanol.

Cet éthanol d'origine végétale n'est rien d'autre que de l'alcool éthylique, le même que celui que l'on trouve dans toutes les boissons alcoolisées. Il peut être mélangé à l'essence en des proportions allant de 5 à 85 %, on parle alors de carburant E5 (éthanol 5%) à E85. Au-delà de 10 %, des adaptations aux moteurs de voitures sont souvent nécessaires.

Les tableaux 11 et 12 donnent respectivement les principales matières premières utilisées pour la production d'éthanol avec les rendements de production d'éthanol.

La figure 17 donne une représentation schématique des différentes voies de production d'alcool à partir de la biomasse.

⁴⁴ **GUIBET J.C., FAURE E.**, Carburants et Moteurs, tome 2, ed. Technip, Paris 1997.

⁴⁵ norme EN 14214 en Europe, norme ASTM D6751-01 aux USA

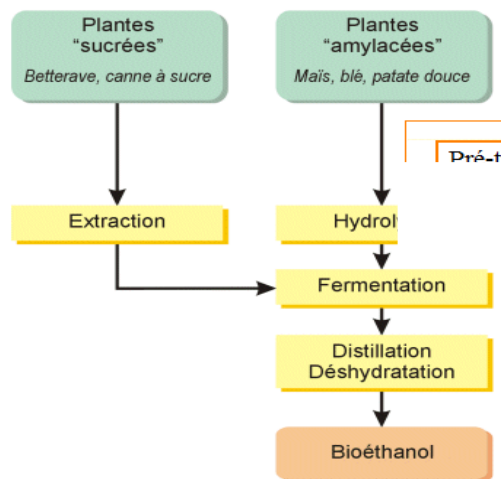


Figure 16: Différentes voies conduisant à la fabrication d'alcool de première génération à partir de biomasse sucrée ou amylacée

Plante sucrière	Rendement éthanol l/t plante	Rendement énergétique TEP/ha
Betterave	92	3,3-3,5
Canne à sucre	85	3,5-4
Sorgho sucrier	80	2-2,5

Tableau 11 : Rendements des plantes sucrières et leur potentiel alcooligène⁴⁶

Céréale	Rendement éthanol l/t grain	Rendement énergétique TEP/ha
Blé	370	1,4-1,6
Maïs	400	1,5-1,7
Orge	320	0,8-1,2

Tableau 12: Rendements en alcool des céréales et leur potentiel alcooligène⁴⁷

2.3.1 Production d'éthanol

Pour les matières sucrières, la première opération consiste à extraire le glucose (et le fructose) qui est le substrat carboné à partir duquel on obtient l'éthanol. Lors de l'opération d'extraction du saccharose contenu dans ces matières premières on obtient :

- du glucose et du fructose (jus sucré) par lavage avec de l'eau dans le cas de la betterave et par pressage dans le cas de la canne à sucre
- des pulpes dans le cas de la betterave et des bagasses dans le cas de la canne à sucre.

⁴⁶ DANIEL BALLERINI, Les biocarburants de première génération : l'éthanol et le biodiesel, Etat de l'art, novembre 2007

⁴⁷ idem

Pour les matières amylacées et cellulosiques, on effectue une hydrolyse par voie enzymatique ou par voie chimique (après nettoyage, broyage et liquéfaction) pour obtenir le glucose. Les sucres fermentescibles obtenus sont soumis à une fermentation. L'éthanol obtenu est ensuite distillé.

2.3.1.1 La fermentation

Les sucres fermentescibles sont convertis en éthanol en présence de micro-organismes (levures et bactéries) en anaérobiose partielle, à 32-33°C, en milieu acide à pH constant. L'opération s'effectue le plus souvent en continu. Les levures sont séparées de l'éthanol en fin de cycle puis recyclées à plus de 80%. Les distilleries actuelles se caractérisent par des rendements de 90 à 92% du rendement théorique (environ 46 kg d'éthanol pour 100 kg de sucre initial).

Pendant très longtemps, la fermentation a été opérée en discontinu ou semi-continu. Cette mise en œuvre simple se justifiait par les petites tailles des installations industrielles. C'est la technologie de fermentation continue en cascade qui s'est imposée de nos jours, en particulier pour la construction de grosses unités, entraînant des effets d'échelle qui se traduisent par une baisse des coûts de productions.

En Europe, les unités de production de bioéthanol à partir de betterave sucrière et de blé sont d'une taille moyenne de l'ordre de 20 000 tonnes/an et ces dernières années, toutes les nouvelles installations de production d'éthanol à partir de maïs aux Etats Unis ont des capacités de productions de plus de 100 000 t/an.

2.3.1.2 L'extraction de l'éthanol par distillation

L'éthanol étant produit en phase aqueuse il est extrait par distillation du jus issu de la fermentation. Cette phase consomme beaucoup d'énergie. Elle comprend deux distillations successives :

- une première distillation, qui est une distillation classique, permet d'obtenir de l'éthanol à environ 95% (une teneur voisine de l'azéotrope)
- une deuxième distillation azéotropique qui conduit à de l'éthanol pratiquement anhydre (99,8% en volume). Elle s'effectue avec des solvants entraîneurs (cyclohexane, le diéthyléther etc.) ou par déshydratation sur tamis moléculaires, utilisant la technologie PSA (« Pressure Swing Adsorption »).

2.3.1.3 Les effluents et coproduits

Les principaux coproduits et effluents issues de la production d'éthanol varient selon la matière première utilisée. Ainsi, on a :

- Pour la fabrication d'éthanol à partir de **betteraves sucrières** on obtient :
 - des pulpes sèches à 90 % de MS, utilisées en alimentation animale (une tonne de betteraves conduit à la production de 0,78 t pulpes/t éthanol).
 - les vinasses (riches en sels et contenant encore des matières organiques non fermentescibles en éthanol) récupérées au pied de la colonne de distillation conventionnelle. Elles peuvent être épandues en tant qu'amendement sur les terres agricoles, à raison de 3 tonnes maximum par hectare. Elles sont aussi concentrées pour être utilisées dans les formulations alimentaires animales, ou bien méthanisées.

- Pour la **canne à sucre et sorgho** on obtient :
 - les vinasses
 - la bagasse, résidu solide des étapes de broyage-pressage de la canne à sucre. Elle est principalement utilisée à des fins énergétiques pour couvrir les besoins en énergie de l'étape de distillation et la fourniture d'électricité au niveau de l'usine et du réseau voisin
- **Pour les plantes céréalières** (maïs, blé), le «dry milling» qui est la technologie la plus employée à l'heure actuelle, permet de traiter le grain entier. On obtient :
 - des vinasses dont une partie est recyclée à l'étape de liquéfaction et une autre partie est concentrée
 - des matières solides (drèches) qui sont mélangées à la phase concentrée des vinasses puis séchées. Ces drèches (encore désignées sous l'abréviation DDGS, Distiller's Dried Grain Solubles) sont utilisées en alimentation animale.

2.3.2 Utilisation de l'éthanol comme carburant dans les moteurs

L'éthanol peut être utilisé comme carburant dans les moteurs sous différentes formes (en mélange ou pur) et dans diverses technologies moteurs (moteurs classiques, « flex-fuel-vehicle »...). Ses caractéristiques physico-chimiques sont proches de celles de l'essence mais il présente quelques spécificités qui nécessitent des conditions d'utilisation particulières. Le tableau VI donne les principales caractéristiques de l'éthanol. En tant que carburant pour les moteurs à « essence », ses principaux avantages et inconvénients sont décrits ci-dessous :

- Avantages :
 - Indice d'octane⁴⁸ plus élevé, de l'ordre de 110, contre environ 90 à 98 pour l'essence,
 - miscibilité en toutes proportions avec les essences,
 - densité proche de celle des essences,
 - présence d'oxygène dans la structure qui favorise la combustion,
 - chaleur latente de vaporisation élevée qui améliore l'efficacité du remplissage de la chambre de combustion.
- Inconvénients :
 - contenu énergétique plus faible dû à la présence de l'oxygène,
 - augmentation de la pression de vapeur conduisant à une augmentation des émissions par évaporation, et un risque élevée de formation de bouchon de vapeur par temps très chaud et en haute altitude (dans le cas des mélanges),
 - attaques de certains matériaux (caoutchouc, matériaux oxydables...). Il est recommandé d'utiliser pour les moteurs de véhicules roulant à l'éthanol des matériaux tels que l'acier inoxydable et le bronze, et de prohiber le magnésium, le laiton, le zinc ou encore le cuivre,
 - émission d'aldéhydes.

⁴⁸ caractérise la résistance à l'auto-inflammation des essences et donc la résistance du moteur au cliquetis, un risque capital pour sa longévité

	Essence	Bioéthanol (95)
Densité (kg/dm ³)	0,75	0,79
Pouvoir Calorifique Inférieur (kJ/kg)	44 000	26 900
Pouvoir comburivore (g air/g carburant)	14.60	8.9
Point d'ébullition (°C)	27-225	78
Pression de vapeur à 38 °C (kPa)	48-103	15,9
Point éclair (°C)	- 43	13
Point d'autoinflammation (°C)	257	423
Indice d'Octane (Indice d'octane recherche)	98	106

Tableau 13 : Quelques caractéristiques physico-chimiques de l'éthanol et de l'essence⁴⁹

2.3.2.1 Utilisation des mélanges éthanol anhydre/essence

L'éthanol **anhydre** peut être incorporé à l'essence à des proportions variées :

- **de 5 et 10%** (comme en Europe (5% maximum) ou aux Etats-Unis (10% maximum)) ou même entre 20 et 24% (comme c'est le cas au Brésil). Ces mélanges sont utilisables dans les moteurs à « essence » classiques sans aucune modification
- **de 0 à 85%** dans les moteurs utilisant la technologie FFV (« Flex Fuel Vehicle »). Cette technologie permet d'utiliser indifféremment de l'éthanol ou de l'essence ou un mélange des deux en toutes proportions. Elle est répandue au Brésil, aux Etats-Unis en Suède, en France etc. Son emploi suppose l'utilisation de nouveaux moteurs adaptés. Pour conserver les performances, en maintenant l'agrément de conduite et en respectant les exigences réglementaires en terme de rejets polluants, cette technologie a pris en compte les caractéristiques les plus éloignées des essences et de l'éthanol (contenu énergétique et en oxygène du carburant, caractéristiques de vaporisation et d'initiation de la combustion, interaction carburant-matériaux). Au stade de développement actuel de ces modèles, un véhicule FFV consomme en moyenne 28% (en volume) de plus qu'un modèle similaire à essence.

2.3.2.2 Utilisation de l'éthanol hydraté

L'éthanol peut être utilisé pur dans des moteurs ayant fait l'objet d'adaptations particulières (débits plus importants des organes d'alimentation, taux de compression élevés etc.). Dans ce cas, l'éthanol peut contenir 6 à 8% d'eau sans être gênante (éthanol hydraté). Ces types d'applications ont été développés au Brésil depuis les années 1975 suite au programme « proalcool » du gouvernement brésilien. Les difficultés relatives aux inconvénients de l'éthanol carburant sont prises en compte dans ces types d'applications.

⁴⁹ **FIKRET Y. ; BEDRI Y.,** The use of ethanol–gasoline blend as a fuel in an SI engine, Renewable Energy, 29, 1181–1191, 2004.

VAITILINGOM G., Energies renouvelables et biocarburants, session de formation sur les biocarburants, 2IE, Ouagadougou, 14-17 mars 2007.

2.3 Conclusion

Plusieurs opportunités s'offrent ainsi au Burkina Faso pour une production de biocarburants en fonction des utilisations potentielles analysées au chapitre 1. Cependant, les matières premières à cultiver et les technologies à mettre en place diffèrent selon les scénarii de développement :

- les huiles végétales brutes, produites à partir de plantes oléagineuses, sont obtenues par des technologies simples, accessibles de l'échelle villageoise à industrielle. Elles sont destinées prioritairement aux moteurs diesels statiques (groupes électrogènes, moulins, motopompes etc.) ;
- le biodiesel, produit par estérification d'huile végétale en présence d'alcool, nécessite obligatoirement un procédé industriel qui n'est mature que pour une estérification méthanolique. Il est destiné aux moteurs diesel à injection directe ou indirecte (transport) ;
- le bioéthanol, produit à partir de plantes sucrières ou amylacées, nécessite également un procédé industriel très énergétivore. Il est destiné aux moteurs à essence dans une proportion de 10% pour le transport.

Le chapitre 3 présente les différentes plantes susceptibles d'être produites au Burkina pour y être transformées en biocarburants et en évalue les opportunités et les contraintes.

3. Potentialités agronomiques pour la production de biocarburants

3.1. Les principales caractéristiques du secteur agricole⁵⁰

Le secteur agricole occupe une place prépondérante dans l'économie nationale. La production agricole contribue pour 40% du PIB (agriculture : 25%, élevage : 12%, foresterie et pêche : 3%). Elle participe pour plus de 60% aux exportations. De plus, le secteur agricole emploie 86% de la population active totale.

3.1.1. Des terres encore disponibles mais dégradées

Les terres agricoles annuellement emblavées sont estimées à hauteur de 3,5 à 4 millions d'ha représentant environ 40% du potentiel cultivable. L'extension de l'agriculture, consécutive à la pression démographique et à la dégradation des terres, aggrave la pauvreté naturelle des sols et conduit à une tendance de plus en plus forte à utiliser des terres de valeur marginale. La répartition inégale de la population sur le territoire national, se traduit également par des coefficients d'intensité culturale des terres variant entre 15% dans les régions à faible densité de population (Sud-ouest, Cascades, Est et Hauts bassins) à 41% dans celles à densité de population plus élevée (Centre, Centre-est, Centre-nord, Centre-ouest).

Les terres sont soumises à une dégradation dont les causes, l'ampleur, les risques et les conséquences sont variables d'une région à l'autre. Une étude de Sawadogo-Kaboré et al. (2006)⁵¹ estime qu'en 2002, environ 11% des terres du Burkina étaient considérées comme très dégradées. Les régions où les terres sont les plus dégradées sont le Sahel (57%), le Nord (29%) et le Centre Nord (29%) qui correspondent par ailleurs aux régions structurellement déficitaires en disponibilités alimentaires. Le risque de dégradation est élevé sur environ 37% des terres du pays.

3.1.2. Les systèmes de production agricole

La production agricole est dominée par de petites exploitations traditionnelles familiales. En fonction de la taille de l'exploitation, de la famille, du cheptel ; du nombre d'actifs agricoles, du niveau d'équipement, on peut distinguer au Burkina quatre grands types d'exploitations agricoles :

- les petites exploitations familiales dont la superficie varie de 3 à 6 ha avec un nombre d'actifs compris entre 3 et 10 personnes, pratiquant une agriculture de subsistance (céréales + niébé), avec quelques ovins et de la volaille, pas de culture attelée, pas d'intrants.

⁵⁰ Les données de ce chapitre sont issues de différentes sources :

CILSS, RPCA, CESA, Profil de la Sécurité Alimentaire au Burkina Faso, septembre 2007

Données statistiques de la DGPSA et de l'INSD

⁵¹ **Sawadogo-Kaboré S., Diébré R., Kissou R., (2006) : Revue scientifique sur l'état de la dégradation des terres au Burkina Faso. Rapport d'étude pour l'élaboration du programme National de Partenariat pour la gestion durable des terres.**

- les exploitations familiales de taille moyenne qui disposent d'une chaîne culture attelée et d'une charrette. La superficie est d'au moins 6 ha, elles utilisent des intrants et cultivent du coton et du maïs. Leur cheptel est plus étoffé avec des bovins et des ovins.
- les grandes exploitations familiales qui ont un nombre plus élevé d'attelages mais aussi d'actifs agricoles et une plus grande superficie d'exploitation. Elles disposent d'un important cheptel.
- les entreprises agricoles : ce sont de grandes exploitations à plusieurs dizaines voire centaines d'hectares, avec des équipements motorisés. On retrouve souvent ces exploitations autour des grandes retenues d'eau. Elles peuvent aussi concerner les fermes agro-pastorales avec des productions animales en système intensif.

Les superficies moyennes cultivées par unité d'exploitation varient : de 2,8 ha à 12 ha dans la région Ouest; de 1,5 à 4 ha dans la région Est ; de 2 ha à 5,5 ha dans les régions du Centre et du Nord-Ouest ; de 2 à 3 ha dans le Sahel (cf. Figure n°18). C'est dans les zones cotonnières que l'on trouve les plus grandes exploitations équipées.

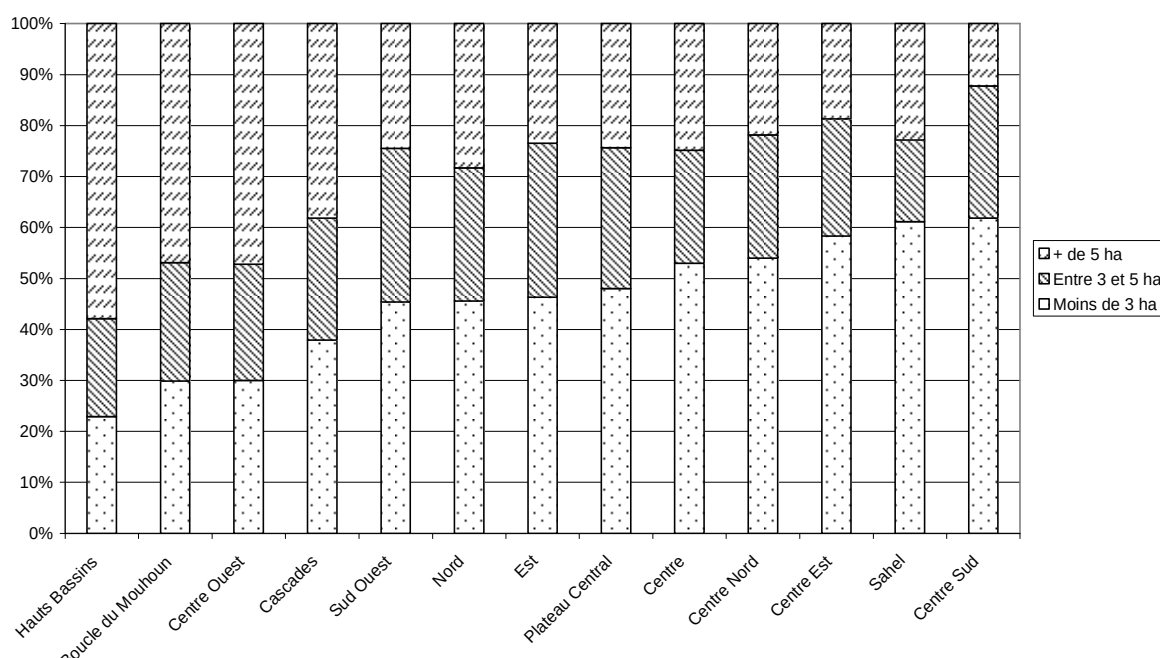


Figure 17: Répartition des exploitations en fonction de la superficie par région.
Source DGPSA-MAHRH

3.1.3. Faible accès aux facteurs de production

3.1.3.1. Accès aux équipements

Le niveau d'équipement des exploitations est faible : 30% des exploitations seulement sont équipées en chaîne de culture attelée. Sur un total de 886 600 ménages agricoles, l'équipement en matériel de traction animale se présente comme suit : 31,1% possèdent au moins un animal de trait : 27% un outil aratoire et 17% une charrette. Plus de 2/3 des

exploitants agricoles travaillent avec des instruments manuels. Le niveau d'équipement présente de grandes disparités. L'introduction de la culture cotonnière induit l'amélioration du taux d'équipement. Ainsi, il atteint environ 80% dans le bassin cotonnier de l'ouest. Dans les autres zones cotonnières, le taux d'équipement serait compris entre 20 et 50%. L'équipement dans les exploitations de production vivrière est pratiquement inexistant, expliquant la faible productivité de cette agriculture manuelle.

3.1.3.2. Accès au micro-crédit

Le nombre d'institutions financières pratiquant le micro crédit est en évolution constante et se situe à 320 caisses populaires d'épargne et de crédit en 2005. De même la population bénéficiaire évolue pour s'élever à plus de 850 500 individus en 2005. Même s'il est difficile de faire la part du micro crédit accordé au monde rural, l'évolution de ces chiffres, de même que le volume total de l'épargne qui a été multipliée par 2 au cours des 4 dernières années, montre le développement d'opportunité pour les paysans d'accéder à des crédits et donc à l'achat d'intrants ou à l'investissement.

Malgré cette progression, les difficultés d'accès au crédit constituent un frein majeur au développement du monde rural. Peu d'institutions financières s'intéressent réellement au secteur agricole qu'elles jugent trop aléatoire. Ne voulant pas prendre de risques dans un secteur sensible, elles exigent souvent des garanties d'accès au crédit hors de portée de la majorité des producteurs.

3.1.3.3 Accès aux semences améliorées

L'adoption de semences améliorées en cultures céréalières traditionnelles évolue très lentement. Les obstacles combinent raisons agronomiques et socio-économiques :

- appréciation négative en termes d'exigence culturelle, de sensibilité aux variations pluviométriques, des qualités organoleptiques
- variétés hybrides qui nécessitent l'achat systématique chaque année, coût et manque de liquidité

Concernant le maïs et le riz, de nouvelles variétés performantes développées par la recherche sont diffusées, notamment en culture irriguée. La production est assurée par des cultivateurs semenciers, mais force est de constater qu'à défaut de services d'appui/conseil efficace, leur diffusion reste limitée. Le prix élevé de ces semences et l'incertitude pluviométrique limite l'adhésion des producteurs à ces technologies.

3.1.3.4. Utilisation des engrais organiques et minéraux

La problématique de la fertilité des sols se pose davantage en termes de matière organique (inférieure à 2% pour 84% des sols). Pour palier ces carences, le ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques (MAHRH) a lancé en 2001 un programme d'appui à la production de compost qui s'est traduit par la réalisation de près de 1 725 000 fosses fumières qui théoriquement devaient produire annuellement environ 8 625 000 tonnes de matière organique suffisantes pour traiter la moitié des superficies annuelles emblavées.

Bien que connue par les producteurs, l'utilisation des engrais reste faible et davantage orientée vers les cultures d'exportation. La faible utilisation des engrais chimiques (7,5 à 10 kg/ha) sur les cultures de céréales, s'explique par le manque d'intérêt économique de l'application des doses préconisées sur des cultures d'auto-consommation, et sur les difficultés d'accès au crédit. Les céréales bénéficient davantage des arrières effets de l'application de l'engrais coton, ce qui explique que les régions suffisantes ou excédentaires en céréales, sont aussi celles où est pratiquée la culture cotonnière.

3.1.3.5. Accès au conseil/appui technique

Exception faite de certaines de ses fonctions régaliennes (définition et orientation des politiques, réglementation, contrôle, suivi/évaluation), le désengagement partiel de l'Etat du système de vulgarisation agricole en application des mesures d'ajustement économique, a privé les producteurs de services essentiels d'appui/conseil et n'a pas non plus laissé suffisamment de temps pour une bonne préparation des organisations paysannes à assumer les fonctions d'accompagnement des agriculteurs. Les programmes mis en place pour renforcer la capacité des organisations paysannes n'ont pas obtenu les résultats escomptés alors que les effectifs en personnel public d'appui sont relativement réduits, et les organisations paysannes sont pour la plupart sans moyens pour assumer les fonctions d'appui/conseil. Initialement suspendu, le recrutement du personnel de terrain a repris en 2001, cependant les fonctionnaires mis à la retraite ne sont pas remplacés.

3.1.4. Les assolements pratiqués

Dans toutes les régions, les céréales traditionnelles sont prépondérantes et occupent plus de 70% des terres emblavées. La culture du maïs, en nette progression, occupe 14% des emblavures. Le coton, principale culture d'exportation occupe de plus en plus les meilleures terres notamment dans l'Ouest, le Centre-Ouest, l'Est et le Sud-Ouest.

La culture du coton a beaucoup progressé de 1984 à 2004 (15% d'augmentation des surfaces en moyenne par an), cette tendance tend à s'infléchir du fait de la chute des prix du coton. En comparaison, les surfaces cultivées en céréales sèches progressent en moyenne seulement de 2,75%/an, celles du riz de 7,5%/an.

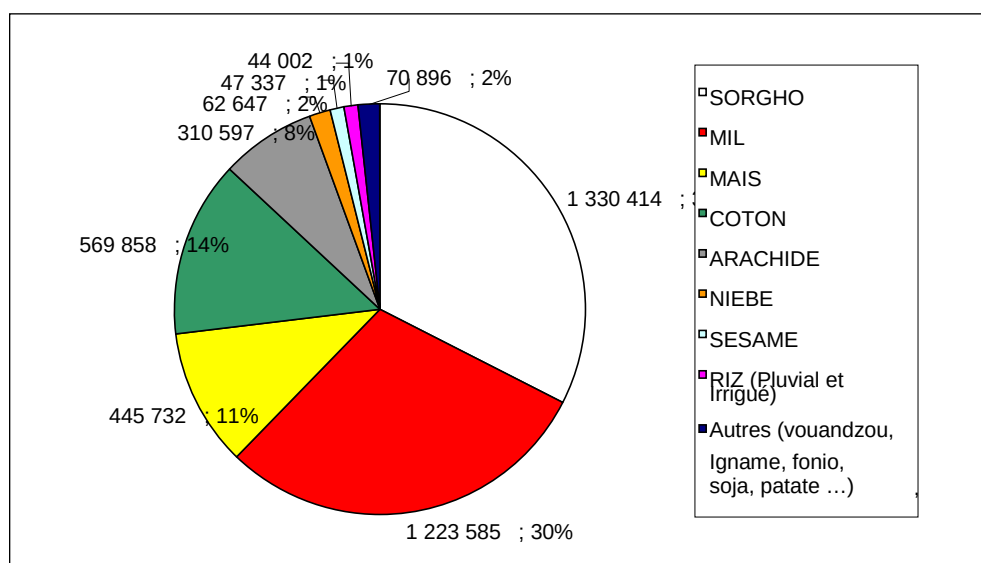


Figure 18: Répartition des cultures en surface durant la campagne 2006.

Source DGPSA-MAHRH

La répartition des assolements varie fortement par région comme le montre la figure n° 19. La part des céréales sèches dans les assolements varie de 47% dans les Cascades à 98% dans le Sahel. Les régions qui consacrent le moins de surfaces aux cultures vivrières en proportion de la surface totale sont les principales régions cotonnières (Cascades, Hauts-Bassins, Mouhoun, Centre-Sud). Néanmoins, ces régions constituent également le grenier à céréales du pays du fait de rendements élevés dus à de bonnes conditions pluviométriques et aux arrière-effets des engrais appliqués sur le coton.

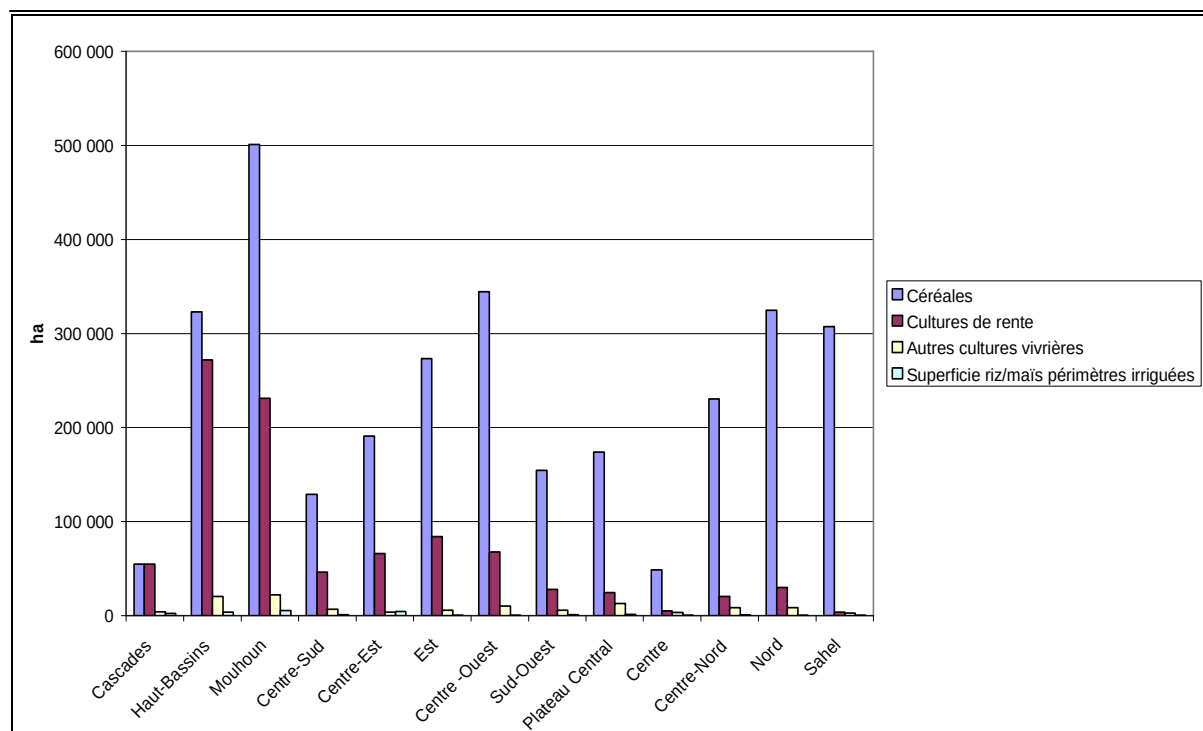


Figure 19: Répartition des assolements par type de cultures et par région. Campagne 2006-2007.
Source : DGPSA-MAHRH

3.1.5. Des rendements en stagnation

L'augmentation de la production est essentiellement liée à celle des surfaces, ce qui met en évidence l'extensification de la production, comme le montre la figure n°21 :

3.1.5.1 Cultures céréalières

Au cours des deux dernières décennies 1985-2005, les rendements ont évolué en dents de scie en fonction du volume et de la répartition des précipitations pluviométriques. Les rendements moyens céréaliers en culture pluviale sont de l'ordre de 0,87 t/ha pour le sorgho, 0,75 t/ha pour le mil, 1,52 t/ha pour le maïs, 1,9 t/ha pour le riz et 0,72 t/ha pour le fonio. Les fortes variations observées dans les rendements du riz trouvent leurs explications dans la date

d'installation de la saison des pluies, l'application des techniques culturales, les épisodes d'inondations.

3.1.5.2 Évolution des rendements des cultures de rente

Le coton occupe de plus en plus les meilleures terres, bénéficie de la quasi-totalité des intrants (fertilisants, insecticides, pesticides), des équipements, des financements tant à la production qu'à la commercialisation, du meilleur appui/conseil, en raison de sa prépondérance dans les exportations et de l'organisation intégrée de la filière. Ses rendements sont cependant stationnaires avec une moyenne de 1,11 t/ha au cours de la période 1995 à 2005. En raison du coût élevé des engrais et des produits de traitement des parasites, ainsi que de la baisse tendancielle du prix producteur du coton, les coton-culteurs n'appliquent pas les doses préconisées par les services de vulgarisation.

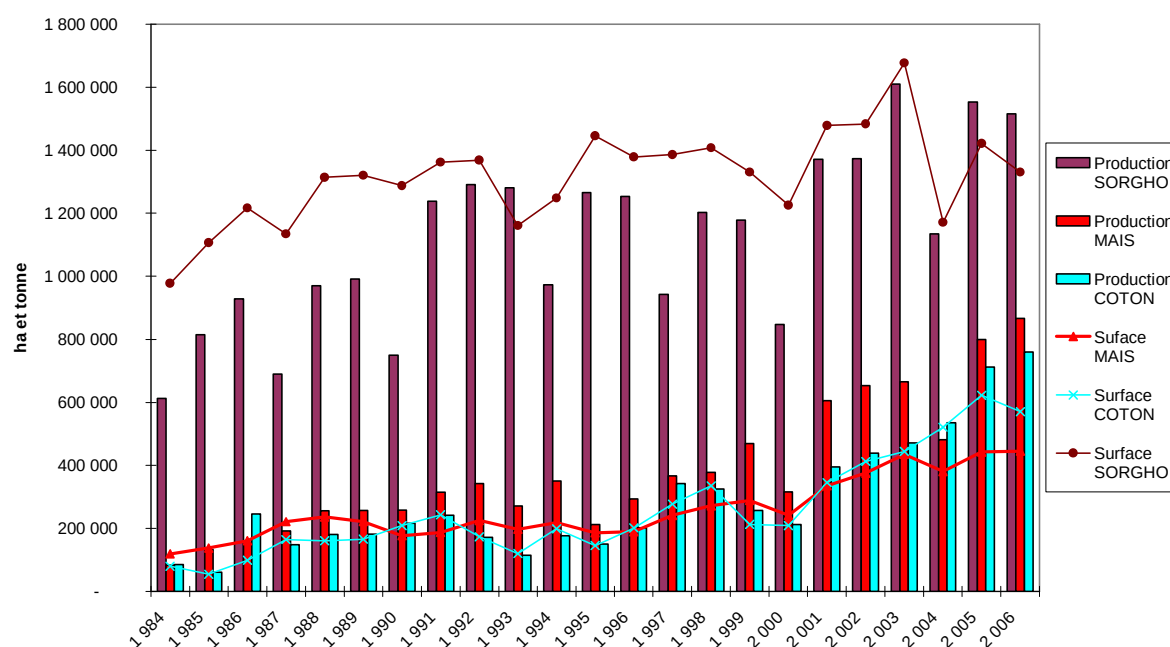


Figure 20: Evolution des surfaces et de la production pour trois cultures de 1984 à 2006.
Source DGPSA-MAHRH

3.1.6. Problématique foncière en milieu rural

Plusieurs analyses des contraintes qui pèsent sur le développement rural burkinabè pointent la sécurisation foncière des acteurs ruraux comme condition à un développement économique et social durable. Or, se développent actuellement au Burkina Faso, les éléments d'une véritable crise foncière⁵² :

- compétition accrue et conflictuelle entre acteurs pour le contrôle et l'exploitation des terres et des ressources naturelles ;

⁵² Politique Nationale de Sécurisation Foncière en Milieu Rural, Décret n°2007-610/PRES/PM/MAHRH portant adoption de la politique nationale de sécurisation foncière en milieu rural du 04 Octobre 2007.

- poursuite et même intensification dans certaines régions, des migrations agricoles et des transhumances pastorales ;
- développement d'un processus de concentration des terres entre les mains d'entrepreneurs ruraux, dénommés « agro-businessmen » ou « nouveaux acteurs » ;
- faible efficacité des mécanismes juridiques et institutionnels de gestion foncière et de gestion des conflits en milieu rural.

La problématique de développement des cultures de biocarburants au Burkina Faso doit s'inscrire dans une réflexion globale sur le développement agricole et les impacts socio-fonciers du développement de ces cultures au niveau national.

3.2. Quelles plantes pour produire des biocarburants ?

Nous avons vu précédemment que la production de biocarburant peut s'obtenir à partir d'un très grand nombre de plantes. Deux filières principales sont à envisager :

- la filière huile (et biodiesel), dont la production peut être assurée par toute plante oléagineuse ou légumineuse,
- la filière éthanol, dont la production peut être assurée par les plantes sucrières et amylacées.

3.2.1. Au niveau mondial : production d'éthanol et d'huile végétale

Une revue des performances au niveau mondial permet d'établir les données techniques suivantes pour la production de biocarburants à partir des plantes à biocarburant qui sont le plus utilisées.

Le tableau suivant présente les potentialités de production d'éthanol à partir de plantes amylacées telles que publiées dans la littérature. Les rendements par hectare sont ceux obtenus dans les plantations de rente alimentaires ou agro-industrielles parmi les plus productives dans le monde. Globalement, l'alcool éthylique présente des potentiels moyens variant de 2400 à 7200 litres par hectare.

Ethanol	Betteraves Sucrières ^[53]	Blé ^{[3] [54]}	Maïs ^[3] ^[4]	Pomme de terre ^[4]	Manioc ^[4]	Canne à sucre ^[3] ^{[4] [55]}	Sorgho sucrier ^[3] ^[4]
Rendement Hl/tonne	0.9-1.1	3.4-3.9	3.6-4.1	1-1.1	1.5-1.8	0.7-0.9	0.6-0.8
Productivité Tonne/ha	45	4-7	5-8	30	40	70-85	35
Productivité m ³ éthanol/ha	4.4-5	1.4-2.7	1.8-3.3	3-3.3	6-7.2	4.9-7.2	2.1-2.8
GJ/ha	87-105	29-58	38-70	64-70	127-153	104-154	45-60

Production d'éthanol pour différentes cultures (remarque : 1 Tep = 41.8 GJ)

Tableau 14 : Rendement et productivité des plantes communément citées/utilisées pour la production d'éthanol (plantations irriguées avec intrants)

^[53] Ballerini Daniel, 2006, Les biocarburants : état des lieux, perspectives et enjeux du développement. Paris : Éditions Technip.

⁵⁴ Ballat Mustapha, Balat Havva, Öz Cahide, nov. 2007, Progress in bioethanol processing, Elsevier Ltd.

Le tableau suivant présente les potentialités de production des huiles végétales courantes dans le monde (les oléagineux cités représentent 88 % des huiles produites annuellement). Les productions par hectare sont également celles obtenus dans les plantations de rentes alimentaires ou agro-industrielles de hauts rendements. Globalement, les cultures oléagineuses présentent des potentiels moyens variant de 450 à 6000 litres par hectare.

Huile végétale	Palme ^[2]	Soja ^[2]	Colza ^[2]	Tournesol ^[2]	Coton ^[56]	Arachide ^[3]	Ricin ^[3]
Productivité M ³ /ha	6.0	0.7	1.2	1.0	0.45	0,8	0,8
GJ/ha	219.0	25.6	43.8	36.5	16,5	29,2	29,2

Production d'huile végétale pour différentes cultures (remarque : 1 Tep = 41.8 GJ)

Tableau 15 : Rendement et productivité des plantes communément citées/utilisées pour la production d'huile végétale (plantations irriguées avec intrants)

3.2.2. Adaptation au contexte du Burkina Faso

Les conditions de production diffèrent selon les pays producteurs de biocarburant et les chiffres théoriques précédents reflètent plutôt le haut de la fourchette, il convient d'adapter ces données techniques au contexte du Burkina Faso, pays dont les rendements agricoles sont généralement bas.

La gamme de plante à laquelle on s'intéresse doit nécessairement être adaptée, soit certaines plantes sont peu cultivées dans le pays, soit les conditions agronomiques n'y sont pas avantageuses, c'est le cas notamment de la palme, du colza, de la betterave sucrière, et du blé. Par contre, il existe des plantes à huile ou à éthanol au niveau local qui techniquement pourraient très bien se prêter à une production de biocarburant et que nous retiendrons pour analyser leur potentiel. Nous avons conservé le tournesol qui, bien que pas encore produit dans le pays, a fait l'objet de tests agronomiques en 2007/2008.

Ainsi, les tableaux ci-dessous font un inventaire exhaustif des plantes cultivées au Burkina Faso qui pourraient constituer la matière première pour la production de biocarburants.

Les données présentées pour les quantités théoriques d'huile à l'hectare ne sont que des estimations pour les plantes dont la transformation en huile n'est pas réalisée à ce jour de façon artisanale ou industrielle au Burkina Faso. Les prix de la matière première proviennent de différentes sources : SIM SONAGESS et acteurs de la filière, il s'agit des prix payés aux producteurs. Etant donnée la très forte variabilité des prix agricoles, on obtient une large fourchette de prix pour les matières premières. Par contre, les prix des huiles sont les prix aux consommateurs relevés à Ouagadougou, il s'agit donc des huiles industrielles alimentaires (dont le prix peut différer des huiles pressées artisanalement). Les prix au litre d'huile n'ont été spécifiés que pour les huiles commercialisées au Burkina.

⁵⁶ Guide technique des huiles végétales comme carburants en Amérique latine, Cirad, Collection du Cirad, 2008

Tableau 16: Plantes potentielles pour la production de biocarburants

	Ha ou nombre de pieds estimés	Rendement moyen ⁵⁷	Rendement moyen/théorique en huile	Prix au kg de MP	Prix du litre d'huile	Quantité de MP nécessaire par litre d'huile ou d'éthanol	Estimation projets actuels
Plantes oléagineuses : production d'huile en substitution du gasoil							
Jatropha	560 093 pieds ⁵⁸	1.5 kg graines / pied ⁵⁹	0.5 litre huile par pied Soit entre 0.14 et 0.8 m ³ /ha en fonction de la densité de plantation ⁶⁰	Entre 35 et 100 Fcfa/kg graine		Entre 3 et 5 kg/litre	Larlé Naaba : 67 000 ha Aprojer : 3500 ha Agritech : 1 000 ha AgroEd: 500 ha
Coton	569 858 ⁶¹	0.68 t/ha de graines de coton	0.125 m ³ /ha	Entre 30 et 95 Fcfa/kg graine	772 Fcfa/litre ⁶²	Entre 5 et 6 kg/litre	SN CITEC 22 800 m ³ , arrêt du projet du fait du renchérissement du coût de la graine de coton (de 30 000 à 90 000 Fcfa/tonne)
Arachide	310 597	0.80 t/ha	0.35 m ³ /ha	130 à 300 Fcfa/kg graine	867 Fcfa/litre	Entre 2 et 3 kg/litre	Aucun : concurrence production alimentaire et prix de l'huile non compétitif
Sésame	47 337	0.53 t/ha	0.24 m ³ /ha	275 à 625 Fcfa/kg graine		Entre 2 et 3 kg/litre	Aucun : concurrence production alimentaire, production d'exportation plus lucrative, valorisation biologique ...
Karité	195 000 000 pieds	3.5 kg amandes séchées / pied	1.5 kg beurre par pied		600 à 2 000 Fcfa/kg beurre	Entre 2 et 3 kg de graines / kg de beurre	Aucun : concurrence production alimentaire et d'exportation pour les cosmétiques, prix du beurre non compétitif

⁵⁷ Les rendements correspondent à la moyenne des rendements obtenus au niveau national ces 5 dernières campagnes (2002 à 2006), source : DGPSA.

⁵⁸ Ministère de l'Environnement et du cadre de vie, Recensement des peuplements de Jatropha Curcas, 2006

⁵⁹ Rendement moyen observé par le professeur Ouedraogo Makido sur ses plantations de Jatropha en plein champ, le mémoire de Zan Tahirou, « Le Jatropha Curcas et le Jatropha Gossypifolia sous différentes conditions climatiques du Burkina Faso, cultures et exploitations », 1985, donne les mêmes ordres de grandeur (1.53 kg/pied en moyenne pour du JC planté en haie vive).

⁶⁰ La fourchette de rendement en HVB à l'hectare dépend des densités de plantations (très variables selon les porteurs de projets) et d'une estimation grossière des rendements jusque là observés au Burkina Faso avec les variétés locales

⁶¹ Pour les cultures annuelles, les superficies correspondent à celles de la campagne 2006/2007, source : DGPSA

⁶² Prix des huiles alimentaires sur le marché de Ouagadougou en avril 2008, source INSD

Soja	5 141	1.25 t/ha	0.28 m ³ /ha	Entre 140 et 200 Fcfa/kg graine		Entre 4 et 5 kg/litre	Aucun : concurrence production alimentaire et pour alimentation animale
Neem	?	10 à 15 kg graines/pied	Entre 4 et 7 litres d'huile par pied		3 500 Fcfa/litre	Entre 2 et 3 kg/litre	Aucun : utilisation en savonnerie
Tournesol	Test 2008-09	1.2 à 1.5 t/ha	0.53 à 0.66 m ³ /ha			Test de la Sn Citec en pluvial	Sn-Citec / AgroEd /

	Ha ou nombre de pieds estimés	Rendement moyen	Rendement moyen/théorique en éthanol ⁶³	Prix au kg de MP	Quantité de MP nécessaire par litre d'huile ou d'éthanol	Estimation projets actuels
Plantes sucrières ou amylacées : production d'éthanol en substitution de l'essence						
Canne à sucre	3 500 ha	71 t/ha	Entre 4 et 6 m ³ /ha		Entre 11 et 14 kg canne/litre	Promoteurs indiens qui ont manifesté leur intérêt auprès du MAHRH
Sorgho sucrier	0 ha ⁶⁴	7 à 14 t/ha ⁶⁵	0.6 à 1.12 m ³ /ha			Aucun : variétés non cultivées au Burkina
Pommes anacarde	13 194 223 ⁶⁶ pieds soit 65 821 ha	2 267 kg/ha	Entre 0.15 et 0.18 m ³ /ha	Sous-produit	Entre 12 et 14 kg de pommes/litre	Aucun : absence de données
Manioc	Pluvial : ? Irrigué : 1 371 ha	10 t/ha 17 t/ha	1.78 m ³ /ha 3 m ³ /ha	30 – 65 Fcfa/kg	Entre 5 et 6 kg/litre	Aucun : concurrence avec la production alimentaire
Maïs	445 732	1.66 t/ha ⁶⁷	0.7 m ³ /ha	Entre 55 et 170 Fcfa/kg	Entre 2 et 3 kg/litre	Aucun : concurrence avec la production alimentaire

⁶³ Les rendements en éthanol des différentes plantes ont été calculés à partir des données issues de l'article suivant : Mustafa Balat, Havva Balat, Cahide Öz, *Progress in bioethanol processing*, 2008

⁶⁴ Par contre, le sorgho « conventionnel » couvre, en 2006-2007, une superficie de 1 330 414 ha, le plaçant au premier rang des plantes cultivées au Burkina.

⁶⁵ Rendement en tiges estimé à partir des essais réalisés en sorgho sucrier pluvial au Mali. Nous n'avons pas de données en irrigué dans les conditions du Burkina.

⁶⁶ Résultats préliminaires du RGA, in MAHRH, PDA-GTZ, Diagnostic de la filière anacarde au Burkina Faso, rapport final, avril 2008, p. 14

⁶⁷ Les rendements correspondent à la moyenne des rendements obtenus au niveau national ces 5 dernières campagnes (2002 à 2006), source : DGPSA.

Dans l'état actuel du marché et de l'agriculture burkinabè, on se rend compte très rapidement que plusieurs huiles ne rivalisent pas actuellement en termes de rentabilité avec un prix du diesel autour de 700 Fcfa le litre. Les quantités de biomasse oléagineuse produites étant faibles, le marché alimentaire leur assure un prix plus intéressant. C'est notamment le cas du sésame et du soja. En partant sur une hypothèse favorable de prix des graines de sésame de 300 Fcfa le kg et d'un coefficient de transformation moyen de 2,5 kg de graines par huile, on produit le litre d'huile brute à 750 Fcfa sans compter les coûts de la presse. Même chose pour le soja où, dans les conditions les plus favorables (140 Fcfa/kg de graines et un coefficient de transformation de 4 kg de graines par litre), il n'est pas possible de produire le litre d'huile brute à moins de 560 Fcfa, ce qui laisse peu de marges pour les coûts de transformation et de commercialisation et les bénéfices de tous les agents aval de la filière.

L'arachide, le karité et le neem ont des coefficients de transformation intéressants (besoin de seulement 2 à 3 kg de graines pour faire 1l d'huile végétale) mais le prix des produits transformés à partir de ces plantes sur le marché alimentaire ou des cosmétiques (huile d'arachide à plus de 800 Fcfa le l, beurre de karité pouvant atteindre 2000 Fcfa le kg, huile de neem pouvant dépasser 3000 Fcfa le l) rend impensable dans les conditions actuelles de réserver ces plantes à la production de biocarburants.

Il en est de même pour le coton, la production de biocarburant à partir de sa graine a pu paraître intéressante : niveau de production élevé, amélioration de la rentabilité de cette filière par la valorisation des sous-produits, savoir-faire local, filière organisée, intérêt manifesté par des porteurs de projets... Mais pour les mêmes raisons que pour les plantes précédentes, il paraît illusoire dans les conditions actuelles du marché de l'huile alimentaire d'utiliser les graines de coton pour un usage énergétique. L'huile de coton se vendant plus de 700 Fcfa le litre sur le marché de Ouagadougou, il est plus intéressant de réserver les graines à cette production en substitution des huiles importées dont le prix a considérablement augmenté sur le marché international ces deux dernières années avec des répercussions importantes sur le marché national. L'huile de palme importée, l'huile de coton, le beurre de karité et l'huile d'arachide font partie des 7 produits parmi 320 produits observés sur le marché de Ouagadougou⁶⁸ dont le prix de détail a le plus augmenté en 2007 (Tableau 16)

	Févr-03	Févr-07	Févr-08	Fév 03-fév 07	Fév 07-fév 08
Huile de palme industrielle importée	833	873	1313	4,7%	50,4%
Huile de coton	600	600	900	0,0%	50,0%
Beurre de karité	711	805	1167	13,2%	45,0%
Huile d'arachide	694	650	843	-6,3%	29,7%

Tableau 17 : Evolution des prix des produits transformés oléagineux⁶⁹

Ainsi, la plante qui présente un potentiel intéressant pour développer des filières biocarburant est le jatropha. Pour un prix de la graine qui s'établirait à 50 Fcfa par kg (prix « traditionnel » de cueillette au Mali et au Burkina Faso, antérieur à l'engouement pour cette plante et à la poussée à la hausse de son prix par la demande en semences) et un coefficient de transformation de 4 kg par litre d'huile, on peut sortir 1 litre d'huile brute à 200-300 Fcfa (technologie simple) et vraisemblablement l'amener à l'utilisateur à moins de 400 Fcfa. Ce

⁶⁸ Prix de détail relevés mensuellement par l'INSD dans 190 points d'observation de la capitale.

⁶⁹ Source : INSD

prix « à l'utilisateur » va dépendre de plusieurs facteurs : le mode de production (fabrication artisanale ou industrielle), le circuit de commercialisation emprunté et la localisation du consommateur (utilisation décentralisée sur les sites de production, centralisation pour alimenter le réseau électrique et les stations de distribution de carburant, exportation...).

Pour ce qui concerne les plantes sucrières et amylacées (production d'éthanol), la canne à sucre et les sous-produits de l'anacarde (pomme d'anacarde) et du sorgho (tiges) sont les seules à présenter un réel intérêt. L'agriculture burkinabè est essentiellement une agriculture de subsistance dont la production est principalement destinée à la satisfaction des besoins alimentaires. Ainsi, les taux de commercialisation des céréales (mil, sorgho, maïs, riz et fonio) vont de 6 à 9%. Imaginer une utilisation de ces productions (maïs, sorgho, manioc) pour la transformation en biocarburants, même si sur le plan technique voire économique cela semble possible et accessible, cela paraît néanmoins trop risqué sur un plan social, ceci sans compter la concurrence engendrée à la fois sur les ressources foncières et la main d'œuvre.

Mais ces éléments ne sauraient fonder à eux seuls les choix stratégiques des décideurs au Burkina Faso. D'une part, ils sont contingents d'une situation conjoncturelle des marchés et d'un niveau actuel de connaissances scientifiques et techniques. D'autre part, il existe un grand nombre de facteurs qui sont à mettre simultanément en perspective pour contribuer à éclairer de manière objective les décisions des acteurs privés et publics.

3.2.3. Avantages et inconvénients des différentes options agronomiques

Dans cette étude, le jatropha ne doit pas être perçu comme la seule plante à potentiel pour développer les filières biocarburants au Burkina Faso. Il est vrai que le risque de compétition énergétique/ alimentaire et ses effets dans des pays non autosuffisants (Burkina Faso, Mali...) et sensibles à l'augmentation des prix alimentaires à l'importation, incite à mettre de côté des produits qui pourraient paraître ambivalents comme les oléagineux ou les céréales.

Pourtant, d'une part, ces produits présentent l'avantage pour leurs producteurs de leur laisser l'arbitrage pour des usages multiples : autoconsommation, marché alimentaire, marché énergétique (ce que ne permet pas le jatropha⁷⁰) et la flexibilité de s'adapter à l'évolution de différents marchés ; d'autre part, avec le jatropha on ne s'affranchit pas totalement de la compétition alimentation/ énergie : même en cultures associées, il n'est pas prouvé que les rendements des plantes alimentaires intercalées ne baissent pas au bout d'un certain temps (ombre du jatropha, effet des racines...). Les deux discours cohabitent parmi les interlocuteurs : le jatropha porte préjudice aux cultures associées (moins de superficie, moins de rendement, moins de production) ou bien le jatropha a un effet positif sur ces cultures par le mécanisme d'enrichissement des sols (plus de rendement, plus de production). Il est certain que la recherche doit travailler ces questions pour que l'on dispose de références précises.

Parmi les autres cultures énergétiques à prendre en compte dans l'analyse, on trouve notamment les plantes oléagineuses/légumineuses (soja, arachide, tournesol, coton...) pour la production d'huile végétale ou de biodiesel ; et le sorgho sucré, la canne à sucre, et les pommes d'anacardes pour la production d'éthanol.

⁷⁰ Les usages non énergétiques du jatropha sont non alimentaires (et donc secondaires) : fabrication de savon (secondaire mais non négligeable car le savon fait partie des produits qui ont subi une forte inflation ces derniers mois), produits médicaux...

3.2.4. Les plantes oléagineuses/légumineuses pour huile végétale

Compte tenu du contexte pédoclimatique prévalent au Burkina Faso, les plantes à potentiel retenues pour la production d'huile végétale brute (éventuellement estérifiée) sont le jatropha, le coton, le tournesol, l'arachide et le soja.

3.2.4.1. Le jatropha

A en croire le nombre d'articles parus dans la presse burkinabè courant 2008, le jatropha constitue la nouvelle plante miracle pour le Burkina. La promotion qui en est faite atteint même le milieu urbain, en témoigne le nombre de plants produits par les pépiniéristes ouagalais.

Avantages	Inconvénients
- Plante non alimentaire connue, utilisée comme haie vive car non consommée par les animaux - Peu exigeant sur la qualité des sols; pousse sur des terres dégradées et permet leur réhabilitation par son système racinaire profond - Utilisation comme protection anti-érosive, comme haie vive, pour la lutte contre la désertification - Supporte des pluviométries entre 500 et 2 000 mm/an - Culture pérenne : peu de mobilisation de main d'œuvre après la plantation, périodes de récolte qui ne correspondent pas aux pics de travail agricole ; - Récolte facile du fait du port arbustif des variétés locales ; - Propriétés médicinales - Procédé d'extraction simple avec des presses produites localement (40% de taux d'extraction à l'IRSAT) - Bonne huile carburant - Tourteau riche en azote (pourrait être utilisé comme engrais organique⁷¹) mais plutôt utilisable comme combustible solide.	- Délai de trois ans avant l'entrée en production - Tourteaux non valorisables en alimentation du bétail - Plante hôte d'un virus du manioc - Culture pérenne : risque de concurrence sur les ressources foncières pour des cultures alimentaires (cas de plantations en plein champ sur des terres arables), non accessibilité de la culture à la majorité des migrants - Plante sauvage avec peu de données agronomiques : - o pas de sélection, forte variabilité de rendements - o peu de données sur ses impacts environnementaux - o Attaquée par les criquets et les termites, la mouche blanche - o Pas de données sur les attaques en cultures de plein champ - o Pas de données en cultures associées - Mauvaise dégradation et accumulation des produits toxique du tourteau dans le sol lors de son usage comme fumure => effet poison - Marché restreint, l'huile n'est utilisable que comme carburant ou pour la production de savon - Risque d'empoisonnement si les équipements pour produire l'huile sont également utilisés pour d'autres applications alimentaire (presse, fut...)

⁷¹ Des tests effectués par l'IER au Mali montreraient que l'efficacité du tourteau (5 et 10 t/ha) est plus importante sur la croissance de la plante test que celle du fumier de bovins (aux mêmes dosages) ou de la fumure minérale (100 kg NPK céréales + 50 kg urée/ha)

Avec 67 000 ha plantés au niveau des petits producteurs, le Larlé Naaba assure déjà un potentiel théorique estimé entre 12 000 et 48 000 m³, soit entre 5 et 18% de la consommation en gasoil de 2007. Cependant, l'engouement actuel doit être pondéré par les nombreuses incertitudes qui entourent la plante et les perspectives économiques actuelles :

- les références agronomiques sont quasi-inexistantes⁷² :
 - o les potentiels de production sont tributaires du sol, de la densité de plantation, de la pluviométrie et des modes de cultures, actuellement la majeure partie des plantations est récente et on dispose que de très peu de résultats sur la durée (les seules au Burkina sont celles du Pr. Makido Ouedraogo avec une densité de 6m*6m)
 - o on prétend que la plante n'est pas sensible aux attaques de parasites et ravageurs mais on ne dispose d'aucune donnée en monoculture qui risque d'augmenter la pression des ravageurs (des observations d'attaques économiquement nuisibles ont été observées dans des plantations à grandes échelles en Amérique latine). Les essais de Monsieur Makido Ouedraogo et les différents projets aux Burkina ont tous observé des attaques des arbustes par les termites en saison sèche et des attaques de « mouche blanche » sur les feuilles des plants en pépinières.
 - o si la qualité des tourteaux comme engrais organique (et même comme biopesticide du fait de leur teneur en phorbol esters) à faibles doses est souvent avancée on ne dispose d'aucune donnée sur la phytotoxicité que pourraient constituer des applications à haute dose (phénomène d'accumulation des produits toxiques)
 - o la récolte manuelle, étalée dans le temps (sur deux mois, tous les jours ou toutes les semaines) pour ne récolter que les graines mûres, reste le facteur limitant de la production ;
 - o on ne dispose pas de données sur les cultures intercalaires qui ne sont de toute manière possible qu'à des densités faibles (6 m*6 m minimum)
- on observe une mauvaise communication autour de cette plante comme l'utilisation possible de son tourteau pour l'alimentation du bétail. Sa toxicité est telle que des tests ont démontré sa dangerosité pour les animaux, même après traitement thermique ;
- la toxicité de la plante interdit l'utilisation de la presse pour l'extraction d'huiles alimentaires sous peine de risque d'intoxication ;
- la résistance de la plante à l'aridité et son pouvoir de régénération de terres dégradées suppose néanmoins une chute drastique des rendements et ne répondrait pas à un objectif de production économiquement rentable.
- les fortes variations du prix du pétrole (avec la chute actuelle) risquent de limiter le marché des biocarburants si elles sont répercutées sur le prix des hydrocarbures. Qu'en sera-t-il dans trois ans quand les plantations de *Jatropha* seront productives ? Si le paysan ne trouve plus de débouchés ni d'usage incitatif, il sera confronté à l'obligation d'arrachage qui, dans le cas du *Jatropha Curcas*, est pénible et coûteux. Des exemples d'abandon forcé des terres ont été observés sur des projets latino-américains ;

Comme toutes les plantes, des terres fertiles, des amendements voire de l'irrigation (pour une floraison toute l'année) permettraient l'obtention de rendements conséquents⁷³ compatibles

⁷² Pour une compilation des données existantes sur la production et la transformation du jatropha, voir **Achten WMJ, Verchot L, Franken YJ, Mathijs E, Singh VP, Aerts R, et al.** *Jatropha bio-diesel production and use*. Biomass and Bioenergy (2008), doi :10.1016/j.biombioe.2008.03.003

avec un objectif de production de biocarburants à grande échelle et économiquement rentable (type scénario 2 cf. chapitre 5). Ainsi, les projets industriels en cours au Burkina sont tous localisés dans le sud du pays avec des plantations de jatropha qui monopolisent des terres fertiles voire qui accentuent la déforestation. Les bienfaits de la plante (lutte contre la désertification, réhabilitation de sols dégradés, lutte anti-érosive etc.) et surtout sa non-concurrence avec les productions alimentaires sont donc caducs si on envisage une production à grande échelle de biocarburants. En outre, avec la chute du prix du baril, le marché de l'huile de jatropha risque de se trouver rapidement saturé si les tendances à la baisse se confirment alors que des plantes alimentaires comme le tournesol ou l'arachide peuvent trouver d'autres débouchés en fonction de la conjoncture économique du pays.

Une stratégie de production sous forme de haies vives ou pour la reforestation de terres dégradées n'est envisageable que pour une production à l'échelle locale pour l'approvisionnement de force motrice ou d'électricité au niveau villageois (scénario 1, cf chapitre 5).

Les impacts de ces deux modes de production seront tout à fait différents et à évaluer à travers les projets actuellement en œuvre au Burkina Faso.

Dans tous les cas, la plante semble disposer d'atouts qui justifieraient la mise en place d'un programme de recherche conséquent est nécessaire à la fois pour disposer de données agronomiques (rendements, densité, utilisation des tourteaux, toxicité, restauration des sols, parasites et ravageurs, impact environnemental etc.) mais aussi socio-économiques et organisationnelles : impacts fonciers et systèmes de production, coûts de production, organisation filières etc.

3.2.4.2. Le coton

La graine de coton entière contient environ 20% de matières grasses : une tonne de graines fournit donc environ 200 kg d'huile et 800 kg de tourteaux (si les graines ne sont pas décortiquées avant pressage, sinon 300 kg de coques et 800 kg de tourteaux).

Avantages	Inconvénients
- Principale culture de rente au Burkina dont la graine pourrait être mieux valorisée (dans un contexte de crise de la fibre) - Tourteaux valorisables pour l'alimentation en bétail - Production et approvisionnement déjà très bien structurés - Unités et potentiel de production déjà existant au Burkina - Pas besoin d'irrigation - Large débouché pour l'huile alimentaire/ non alimentaire - Bonne huile carburant	- Concurrence avec la filière huile alimentaire - Concurrence avec la filière animale (graines de coton) - Augmentation des prix actuels de la graine de coton (multipliée par 3) : variabilité des prix en fonction des cours mondiaux des différentes huiles alimentaires - Faible teneur en huile à l'hectare - Impacts négatifs de la culture de coton sur les sols

⁷³ Cependant, on ne dispose pas non plus de données sur les apports optimaux permettant les meilleurs rendements en graines (une irrigation et des apports fertilisants conséquents peuvent en effet induire une production importante de biomasse mais peu de graines).

Les avantages du coton en tant que filière structurée et très bien implantée au Burkina ne résistent pas au renchérissement récent du prix de sa graine qui a suivi la flambée des cours des huiles alimentaires. Les projets envisagés d'estérification de l'huile de coton à la SN CITEC ont été abandonnés. Il faut rappeler aussi que le paramètre déterminant de la culture de coton demeure le prix de la fibre qui représente plus de 90% de la valeur de la production brute d'un hectare de coton. Le développement d'une filière biocarburant à partir du coton renvoie donc aux perspectives à long terme du cours de la fibre c'est-à-dire aux refontes éventuelles des politiques de soutien des grands pays cotonniers qui « font » le marché. Les perspectives actuelles n'incitent guère à l'optimisme : le cours du coton est tombé à son plus bas niveau depuis 2005 pour les contrats de décembre 2008⁷⁴.

L'introduction de coton OGM (en cours au Burkina Faso), peut cependant modifier la donne, dans les prochaines années. Un grand nombre d'acteurs de la filière estiment en effet que les consommateurs vont être réticents pour consommer de l'huile de coton transgénique et que de grandes quantités d'huiles ne seront pas utilisées à des fins alimentaires.

Des projets de plantations de coton en irrigué ont été envisagés au Burkina dans le seul but de produire des biocarburants ce qui paraît aberrant dans le contexte du pays : la faible teneur en huile de la graine ne justifie pas l'irrigation au vu de la concurrence sur la ressource en eau que cela engendrerait.

3.2.4.3 Le tournesol

Le tournesol semble présenter de bons rendements en huile dans des conditions pluviales. Cependant, les projets en cours sont conçus sous forme de plantations agro-industrielles qui impliquent une concurrence forte sur les ressources foncières et un risque de déforestation des meilleures terres (région Sud).

Avantages	Inconvénients
- Bon rendement en huile à l'hectare même en pluvial (test de la SNCITEC en 2007 qui a obtenu des rendements de 1500 kg de graine par hectare) - Tourteaux valorisables en aliment du bétail - Pas d'usage pour la consommation humaine au Burkina - Démarrage de plantations en Afrique de l'Ouest : grandes plantations à l'Office du Niger au Mali, plantations de la SNCitec dans la région de Fada en pluvial - Bonne huile carburant	- Risques de développement de plantations agro-industrielles irriguées (concurrence foncier et eau) - Peu de données agronomiques au Burkina - Pas de connaissance en milieu paysan (quels rendements, quelles rotations, quelles substitutions ?) - Concurrence sur la main d'œuvre pour la production vivrière - Variabilité des prix en fonction des cours des huiles alimentaires - N'existe plus dans la sous-région de semences non hybrides (chères et impossible de faire ses propres semences).

Inconnue au Burkina, son implantation dans des systèmes de production paysans, nécessitera un effort soutenu de vulgarisation mais également d'organisation de la filière, notamment pour l'approvisionnement en semences hybrides. Une organisation intégrée (type filière coton) avec accès aux crédits intrants, conseil agricole et des prix d'achat attractifs et garantis,

⁷⁴ 90 cents le kg, soit 463.5 Fcfa/kg

serait à préconiser pour sécuriser un approvisionnement paysan. Néanmoins, les rendements obtenus en essais ne sont pas pour l'instant répliqués dans les conditions des exploitations familiales paysannes. L'impact sur les systèmes de production en termes de main d'œuvre et d'itinéraires techniques n'est pas non plus appréhendé actuellement. Enfin, nous ne disposons pas à ce jour de données économiques concernant les coûts de production afin de juger de la rentabilité de la culture à destination de biocarburants.

Avec ces réserves et un programme d'expérimentation adapté, le tournesol pourrait être une source d'approvisionnement intéressante pour une filière HVB au niveau national. La double valorisation pour les filières alimentaire et carburant ainsi que la valorisation des tourteaux en alimentation animale offrent un marché qui pourrait se révéler attractif pour une nouvelle culture de rente en milieu rural et constituer une alternative intéressante aux réserves de la filière jatropha (mobilisation de terres, marché limité aux biocarburants, tourteaux toxiques).

3.2.4.4. L'arachide

L'arachide fournit des fruits sous forme d'une gousse qui contient de 1 à 4 graines oléagineuses, dont on extrait jusqu'à 50% d'huile

Avantages	Inconvénients
- Bon rendement en huile à l'hectare - Tourteaux valorisables en aliment du bétail - Légumineuse => amendement des sols en azote - Bonne huile carburant	- Concurrence alimentation humaine - Concurrence sur la main d'œuvre pour la production vivrière - Variabilité des prix en fonction des cours des huiles alimentaires - Difficulté culturelle et éthique d'utilisation pour la production de biocarburant - Semences chères pour les petits producteurs

Même à usage alimentaire, le retour à une production industrielle d'huile d'arachide paraît aléatoire principalement en raison des prix des graines constatées sur le marché. De 130 à 300 Fcfa/kg (prix producteur), elles peuvent difficilement être achetées à ces prix en tant que matière première pour une production industrielle. Cette solution est d'autant moins réaliste que les solutions aux problèmes connexes de toute relance de cette filière en amont (production, stockage, accès aux semences...), comme à l'aval (collecte), sont à imaginer de toute pièce⁷⁵.

⁷⁵ AFD, Robert Hirsch, Les filières oléagineuses d'Afrique de l'Ouest, quelles perspectives face à l'intégration et à la mondialisation, avril 2002, 100 p.

3.2.4.5. Le soja

L'huile de soja représente 20 % de la graine dont elle est extraite. Il s'agit de l'huile végétale la plus produite au monde (32 %).

Avantages	Inconvénients
- Graine valorisable sur les marchés de l'alimentation humaine, animale et de biocarburants - Tourteaux valorisables en aliment du bétail - Légumineuse => amendement des sols en Azote - Semences disponibles - Appui à la filière via les ESOP	- Peu connue au Burkina - Concurrence alimentation humaine et animale - Huile qui contient des gommes et qui peut poser des problèmes comme carburant, besoins de dégommer

Dans le contexte actuel, le soja, tout comme les autres graines oléagineuses à usage alimentaire, ne semble pas permettre d'envisager sa valorisation comme biocarburant. La production reste marginale et peu connue au Burkina Faso. Pourtant, la filière présente l'avantage d'être structurée à travers les ESOP qui assurent aux groupements de producteurs l'approvisionnement en semences, le conseil technique et la recherche de marché. Elle est destinée principalement à l'alimentation animale (filiale avicole et porcine) et humaine (farines infantiles notamment). Des essais de transformation en huile ont été réalisés par les triturateurs de Bobo mais à destination alimentaire uniquement. La nécessité de dégommer l'huile pour un usage biocarburant nécessite une étape supplémentaire de transformation mais qui peut être réalisée à l'échelle villageoise également.

3.2.5 Les plantes sucrières ou amylacées pour éthanol

Les plantes à potentiel retenues pour la production d'éthanol sont la canne à sucre, l'anacarde et le sorgho. Comme précisé dans le chapitre 2, la production d'alcool fait nécessairement appel à de larges procédés industriels (fermentation et distillation industrielles).

3.2.5.1. Canne à sucre

La canne à sucre présente le meilleur potentiel alcooligène. Son traitement génère en outre, comme le sorgho sucrier, de la biomasse cellulosique, la bagasse, qui permet de produire l'énergie nécessaire à la distillation, à la transformation et au processus industriel.

Avantages	Inconvénients
- Fort potentiel de production d'éthanol (plante entière) - Production de bagasse utilisée comme source d'énergie pour l'unité de transformation en éthanol : autonomie énergétique - Approvisionnement en culture industrielle sécurisé - Pas d'impact recensé sur le prix du sucre - Bilan environnemental le meilleur des différentes cultures productrices d'éthanol (cf étude Belgique...)	- Culture industrielle versus exploitation familiale - Culture irriguée : concurrence sur la ressource en eau - Investissement important - Impact environnemental des unités de transformation industrielle (vinasse...)

La rentabilité d'une unité de production d'éthanol impose un approvisionnement régulier et sécurisé de matière première. En outre, le besoin en irrigation de la plante suppose obligatoirement une production à grande échelle de type agro-industrielle.

Si les 5 000 ha que possède la SOSUCO à environ 70 km des autres sites actuels de production étaient utilisés pour une production exclusive d'éthanol, on peut estimer la production à 20 000 m³ par an⁷⁶ avec un rendement estimé à 4 000 l/ha. Il s'agirait d'utiliser ces terrains à des fins exclusivement énergétiques, comme cela se fait, par exemple, au Brésil. Toutefois, la capacité de production de la SOSUCO est limitée par l'accès à l'eau pour l'irrigation. C'est pour cela que ces 5 000 ha de terrains n'ont pas encore été exploités car la distance est trop élevée pour effectuer un travail rentable. Les investissements nécessaires à la fois pour l'irrigation de ces terrains et une nouvelle unité de transformation (cf. chapitre 5) rendent très hypothétiques cette option à l'heure actuelle.

Ainsi, si les superficies nécessaires pour couvrir les besoins nationaux en éthanol restent modestes (cf. scénario 3, chapitre 5), cette option doit être soigneusement encadrée afin de ne pas monopoliser les ressources foncières et hydrauliques au détriment des exploitations familiales et de la sécurité alimentaire du pays.

3.2.5.2. Pommes d'anacarde

Avantages	Inconvénients
- Valorisation d'un sous-produit de cultures bien implantées au BF (13 millions de pieds) - Non concurrence sur la sécurité alimentaire - Coût marginal - Disponibilité potentielle pour la production de 11 000 m³ d'éthanol	- Coûts de transport de la matière première - Coût énergétique pour la production d'éthanol - Faible rendement de production d'éthanol à l'hectare

La pomme d'anacarde a l'avantage d'être un sous-produit d'une culture bien implantée dans le sud du pays, donc à priori sans impact sur les systèmes de production et le foncier. En outre, la valeur de la pomme restera sans doute marginale. Cependant, pour un rendement en éthanol médiocre, les coûts de transport de la matière première et l'absence de résidus susceptibles d'alimenter l'unité de transformation en énergie sont deux facteurs qui pénalisent cette filière.

3.2.5.3. Les tiges de sorgho sucré

Le sorgho sucré est une plante présentant plusieurs avantages, notamment celui d'être bien connu par les populations locales, aux variétés près ; et celui de ne réserver que les sous-produits à la production de biocarburants (graines pour alimentation et tiges pour production d'alcool).

Avantages	Inconvénients
- Culture maîtrisée - Accès aux semences - Pas de compétition avec l'alimentation (les	- Process industriel - Process centralisé - Variété non cultivée au Burkina (mais existe à

⁷⁶ Etude sur le développement de la filière éthanol /Gel Fuel comme énergie de cuisson dans l'espace UEMOA, Mars 2007, EMP Consulting

tiges sont utilisées) - Valorisation des sous-produits (biocarburant, alimentation animale, chaleur) et amélioration des revenus - Complément nutritionnel (sucre) - Deux récoltes par an si irrigué	l'INERA) : pas de données sur l'adhésion des producteurs à la variété du point de vue agronomique et organoleptique
---	---

Cependant, la production d'éthanol suppose de mettre en place un process industriel. Un approvisionnement à partir des exploitations familiales suppose l'organisation de la filière par le promoteur (mise en place de coopératives, conseil agricole, accès au crédit, organisation de la collecte etc.). Les coûts de transport doivent néanmoins être estimés pour évaluer la rentabilité de la filière. Enfin et surtout, c'est le marché de la graine qui déterminera l'adhésion des producteurs à ces variétés : ses qualités organoleptiques doivent être appréciés des producteurs-consommateurs. L'INERA a déjà testé des variétés de sorgho sucré mais n'en a pas assuré la diffusion. Malgré des rendements en éthanol moindre que la canne à sucre, le sorgho sucrier présente l'énorme avantage de ne pas concurrencer la production alimentaire, sa promotion pourrait au contraire permettre d'intensifier les systèmes de production céréaliers actuels.

L'irrigation du sorgho sucrier permet d'avoir au moins deux récoltes par an avec des rendements plus élevés. Cette option paraît plus probable sous le mode agro-industriel mais nous ne disposons pas de données sur le potentiel de production de la plante en irrigué.

3.3 Conclusion

En ce qui concerne la production d'HVB, le débat sur le Jatropha, censé ne pas menacer la sécurité alimentaire parce que non comestible et poussant en conditions arides est totalement fallacieux. En effet, les entrepreneurs qui veulent produire du biocarburant de façon rentable vont le planter sur de bonnes terres et dans des conditions pluviométriques optimales, c'est-à-dire sur les terres fertiles du Sud du pays. Dans ce cas, autant faire des cultures annuelles à double vocation qui permettront aux paysans d'en tirer le meilleur profit en les vendant soit sur le marché de l'alimentaire, soit sur le marché de l'énergie. A l'inverse des idées reçues, le jatropha est au contraire plus néfaste dans ces conditions dans la mesure où il va mobiliser du foncier sur le long terme avec en outre de fortes interrogations sur sa productivité réelle et sur sa rentabilité économique.

Ainsi, les avantages potentiels du jatropha pourront être valorisés essentiellement sous réserve d'un réel investissement dans la recherche pour disposer de données agronomiques fiables, pour permettre d'exprimer pleinement ce potentiel de production sous différentes conditions et d'explorer les possibilités de développer des cultures associées. L'approvisionnement d'unités industrielles par les plantations déjà mises en place (environ 70 000 ha) nécessitent la mise en place de réseaux structurés (groupements de producteurs) et une logistique de collecte similaire à celle opérante dans la filière coton. Dans l'état actuel des choses, les plantations qui valorisent les propriétés de réhabilitation des sols et de lutte anti-érosive du jatropha (haies vives, plantations sur des terres dégradées etc.), ne pourront être envisageables que pour de petites applications de force motrice en milieu rural notamment.

Pour une production à grande échelle de biocarburants, nous préconisons plutôt une culture oléagineuse annuelle en explorant les potentialités du tournesol peu exigeant ou le cas échéant en relançant de manière structurée la filière arachide par exemple. La valorisation des tourteaux et la possibilité de répondre à plusieurs marchés en fonction de la conjoncture nationale et internationale, tout en s'intégrant dans une rotation annuelle, sont autant d'avantages qui permettraient de diversifier les systèmes de production familiaux et les revenus en milieu rural.

L'engouement actuel pour les plantations de jatropha mériterait donc une réflexion de fond de la part des décideurs publics pour en mesurer l'impact à long terme par rapport à une valorisation multiple de cultures de rente annuelles.

En ce qui concerne la production de bioéthanol, la canne à sucre présente le potentiel le plus intéressant mais suppose la mobilisation de terres irriguées et un mode de production agro-industriel. Le sorgho sucrier est une option à explorer dans la mesure où il pousse également en conditions pluviales et surtout qu'il ne concurrence pas la production alimentaire étant donné que seule la tige est utilisée pour la production de bioéthanol. Ici encore, cela nécessite l'investissement de la recherche pour tester les variétés existantes au Burkina et en valider l'intérêt par les paysans.

En terme de mode de production, il nous paraît primordial de **privilégier l'agriculture paysanne familiale** plutôt que de larges complexes agro-industriels ceci afin :

- d'éviter la concurrence sur la ressource foncière voire hydraulique (avec risques de conflits et d'atteinte à la sécurité alimentaire) ;
- de promouvoir et/ou de relancer de nouvelles cultures de rente ;
- de permettre l'accès aux services énergétiques en milieu rural (électrification, force motrice) ;
- de contribuer au renforcement du monde rural par l'organisation de groupements de producteurs et/ou de coopératives de transformation etc.

Une bonne articulation des deux modes de production avec un encadrement du législateur et un soutien fort à l'agriculture familiale est très certainement un gage de pérennité du système avec un impact social et de développement maximisé. Cela suppose la mise en place d'un dispositif d'accompagnement des systèmes de production paysan (conseil technique, accès au crédit, organisation de la filière, appui aux organisations de producteurs etc.) à mettre en place par les promoteurs de ces filières (cahier des charges).

Dans ce cadre la sécurisation des approvisionnements que permet l'option agro-industrielle doit être soigneusement encadrée et associée à un approvisionnement paysan pour à long terme privilégier l'intensification des systèmes de production familiaux (accès aux intrants, à l'irrigation etc.). Elle nécessite la mise en place de garde-fous pour les droits fonciers locaux (et notamment sur les terres pastorales) pour s'assurer que les groupes les plus vulnérables, dont l'accès à l'information et aux moyens d'actions sont limités, ne sont pas arbitrairement dépossédés de leurs terres pour les mettre à disposition des investisseurs⁷⁷.

⁷⁷ IIED – FAO, Lorenzo Cotula, Nat Dyer, Sonja Vermeulen, *Fuelling exclusion ? The biofuels boom and poor people's access to land*, 2008

4. Etat des lieux des projets en cours

Au Burkina Faso, malgré un contexte économique, foncier, social et environnemental, difficile (vie chère, insécurité alimentaire, sécheresse, désertification...), plusieurs initiatives se sont récemment mises en place dans le domaine du développement des biocarburants. En dépit des polémiques et remises en cause, des investisseurs nationaux et internationaux, convaincus de la rentabilité économique de ces projets et de leur intérêt pour les populations locales, souhaitent s'engager dans des projets biocarburant de petite et de grande envergure. Beaucoup ne formulent que des intentions, d'autres ont démarré des plantations. Au niveau national, ils restent encore peu visibles, en phase d'investissement ou en attente ; et il est prématuré de tirer des conclusions sur leurs impacts potentiels. La liste des personnes rencontrées dans le cadre de cette étude, et dont certains projets sont présentés dans cette partie, peut être consultée en Annexe1.

4.1. Classification des projets biocarburant au Burkina Faso

Les projets mis en place au Burkina Faso se concentrent plutôt sur la filière Jatropha, qui, en raison du contexte de crise alimentaire et de flambée des prix des denrées de base, est considéré à tort comme n'entrant pas en compétition avec les cultures vivrières. Il apparaît qu'il y a une bonne acceptabilité de la part des paysans, qui voient dans le développement de cette filière une source potentielle de revenus additionnels pour faire face à la crise de la culture cotonnière. Cependant, pour s'assurer de bonnes récoltes les paysans réservent à ces plantations de bonnes terres qui ne peuvent donc pas être dédiées à des cultures de céréales ou de maraichage.

Au niveau de la filière éthanol, on peut actuellement identifier des potentialités de développement, mais aucun projet n'a été mis en œuvre ou n'est envisagé dans le court terme.

Dans ce chapitre, les projets biocarburants en cours dans le pays sont identifiés, classés en fonction de leur nature (produits, mode d'organisation choisi, niveau d'avancement atteint) et représentés sur une carte. Puis ces projets sont décrits dans la mesure des informations disponibles et font l'objet de commentaires.

Les projets biocarburants existants au Burkina Faso peuvent être caractérisés par le type de produit final commercialisé (graines, huile, biodiesel...) et le mode d'organisation de la filière (circuit court / circuit plus long, production paysanne / industrielle, transformation décentralisée / centralisée...). Dans tous les projets répertoriés, il s'agit du marché national, voire régional, qui est visé dans un premier temps, même si les stratégies peuvent évoluer à terme en fonction des résultats obtenus.

Produit Organisation	Graine	Huile	Huile estérifiée (ester)	Ethanol
Circuit court avec approvisionnement paysans et utilisation locale	New Tree	Vivre au village Tii Palaga Wouol Boni SN Sosuco		
Circuit industriel avec approvisionnement paysans		Aprojer Agritech Faso AgroEd Larlé Naaba	Aprojer ? Agritech Faso? AgroEd ? Larlé Naaba ?	
Circuit industriel avec approvisionnement agro-industriel		Ilaria Burkina AgroEd (Larlé Naaba) SN Citec	Ilaria ? AgroEd ? (Larlé Naaba)? SN Citec?	
Circuit industriel valorisant un sous produit agro-industriel		<u>{Green Oil}</u> <u>{HSBC}</u>	<u>{SN Citec}</u> <u>{Continental Eagle}</u> <u>{STAB}</u>	<i>SOPAL</i>
Légendes d'état d'avancement des <i>Proposition de projet</i> projets : 1 ^{ère} année des plantations Avancé {En suspens }				

Tableau 18 : Typologie des projets biocarburant en cours au Burkina Faso

4.2. Localisation des projets biocarburants

➤ **Carte. Localisation des projets biocarburants** (cf. carte page suivante)

Symbole	Projet	Description géographique
	Vivre au Village	20 villages équipés dans 4 régions
	New Tree	Provinces du Kadiogo, Boulkiemdé, Ouhritenga, Kourwéogo et le Soum
	Wouol	Village de Bérégaougou
	Projet communal de Boni	Commune de Boni
	Tii Palga	Basé à Gampéla, mais les plantations se trouvent dans les provinces du Kadiogo, Boukiemdé, Ouhritenga, Kourwéogo et le Soum (plantations de leur partenaire New Tree).
	APROJER	Provinces de la Comoé, du Kénéougou et Kompienga, et prochainement dans la boucle du Mouhoun
	Agritech Faso	Commune de Boni et 10 villages alentours
	Larle Naaba	1 ^{er} site à Bantogodo, plantations à travers le pays sur plus de 60 000 ha.
	Ilaria Burkina	Bagré
	AgroEd	Présent dans 4 régions : Sissili, Ziro, Ganzourgou et Ouhritenga
	SN Sosuco	Banfora

A partir de la description de ces initiatives, nous ferons un état des lieux du contexte actuel et à venir au niveau national.



4.3. Etat des lieux des projets valorisant des huiles végétales

La majeure partie des projets au Burkina Faso concerne la production de biocarburants à partir d'oléagineux. Beaucoup de ces projets démarrent à petite échelle à partir du *Jatropha* avec des ambitions évolutives affichées par les porteurs de projet : production de la graine dans un premier temps, ensuite extraction de l'huile pour des applications statiques (forces motrices et électriques : scénarii 1 et 2, cf. chapitre 5) et peut-être estérification à plus longue échéance pour le transport (scénario 3, cf. chapitre 5).

4.3.1. Projets de biocarburants à partir du *Jatropha Curcas*

Aujourd'hui, les projets mis en œuvre et observables se concentrent presque exclusivement sur le *Jatropha Curcas*. Au vu des projets développés actuellement, il s'agit du potentiel le plus important de production d'huiles carburant. Toutefois, considérant le fait qu'il faille attendre trois ans avant les premières récoltes de graines, le pressage de graines pour obtenir l'huile n'est pas encore très répandue voire même inexistant. De plus, l'engouement actuel pour la culture de *Jatropha* rend le cours actuel des graines tellement élevé qu'il est plus intéressant de les revendre comme semences que de les presser pour obtenir de l'huile.

Concernant les données agronomiques, il faut rester vigilant car il y n'existe pas de données fiables sur les capacités de production, les rendements des cultures et le mode de culture de cette plante. Les porteurs de projets sont aujourd'hui encore incapables d'annoncer des données vérifiées à partir du terrain et les recherches sur le sujet, au niveau régional ou international, donnent des résultats très disparates voire controversés.

A l'heure actuelle, le développement de la filière se partage entre des projets ruraux de circuit court, des projets industriels de moyenne échelle avec approvisionnement en graines chez les paysans et des projets à grande envergure avec un approvisionnement agro-industriel sur plusieurs régions du pays.

4.3.1.1. Projets à circuit court

Les projets à circuit court, avec des initiatives comme Vivre au Village, New Tree, Tii Palga, Boni, SN Sosuco ou encore Wouol de Bérégadougou, sont en phase-pilote. Ils sont en général portés par des ONG ou une collectivité locale pour le cas de Boni. L'objectif de ces projets est la production locale, l'extraction d'huile par les producteurs, l'utilisation locale de ces huiles végétales pures (HVP) pour la production de forces motrices et éventuellement l'électrification.

En général, les objectifs spécifiques de ces projets sont :

- de soutenir les populations rurales tout en améliorant leurs conditions de vie à travers des activités génératrices de revenus ou encore leur permettre d'atteindre l'autonomie énergétique ;
- d'impulser une dynamique rurale afin de réduire la consommation de pétrole et de développer l'accès à l'énergie.

New Tree

Pour l'ONG New Tree en particulier, l'objectif premier des plantations de jatropha est de contribuer à la protection de la nature par la restauration d'un couvert végétal afin de lutter contre la désertification et l'érosion des sols ; ainsi qu'à la protection des cultures. La revente des graines constitue une Activité Génératrice de Revenus (AGR) tandis que l'aspect énergétique du jatropha n'est qu'un plus. Le développement de cette culture en zone sahélienne est important car il s'agit d'une initiative assez unique dont il conviendra de suivre les évolutions pour améliorer la connaissance du comportement de cette plante dans les conditions du Sahel.

Tii Palga

L'ONG Tii Palga se veut être un centre de formation et de transformation des produits forestiers non ligneux (PFNL) sur 10 ha, pour les étudiants et les paysans. Il inclura un site forestier expérimental et démonstratif sur 8 ha, constitué d'arbres menacés et/ou important pour la transformation (dont 10 000 pieds de Jatropha par an). L'objectif principal est de soutenir les populations rurales pour une gestion durable des ressources naturelles et de lutter contre la pauvreté avec la promotion d'AGR à travers la transformation des produits forestiers non ligneux. Le centre est conçu dans une logique écologique et sociale et produira des énergies alternatives à base des huiles végétales pour l'autonomie du centre. Les PFNL (graines, fruits, noix, etc) seront achetées auprès des partenaires de Tii paalga (NewTree par exemple) pour la transformation.

Vivre au Village

Le projet associatif de Vivre au Village vise l'autonomie énergétique des Plateformes multifonctionnelles (PTF), en substituant le gasoil par de l'HVP de Jatropha. Les dépenses liées au carburant représentent 80% des dépenses pour une PTF et ne font qu'augmenter avec la flambée des cours du pétrole. La production locale d'HVP à hauteur des besoins de la PTF permettrait d'envisager une indépendance énergétique des villages sur le long terme, et donc de libérer durablement les femmes de leurs corvées, de mettre l'énergie à bas coût à disposition des populations rurales pour ainsi impulser une dynamique de développement durable.

Projet Communal de Boni

A Boni, dans la province du Tuy, l'objectif global est également d'apporter une nouvelle énergie pour l'autonomie et l'électrification de la commune et de ses environs. Chaque village aura en charge une plantation de 50 ha de Jatropha pour une population globale de 215.000 personnes. Il s'agit d'une part de créer des plantations sur 350 ha d'espaces communaux, de transformer les graines en huile végétale à Boni même et d'utiliser cette huile en substitution du gasoil au niveau local. L'objectif est de créer une nouvelle activité en impliquant au maximum les agriculteurs, les groupements de femmes et les jeunes non scolarisés dans le développement des biocarburants. La lutte contre l'érosion est également un objectif avec 25% des plantations réservées pour lutter directement contre cette contrainte. Le coût de production total envisagé pour de l'huile végétale est de 0,54 € (355 Fcfa) par litre, avec des plantations en 3*3 c'est-à-dire en moyenne 1 100 pieds à l'hectare. L'huile devrait être vendue à la mairie, aux habitants de la commune et aux différents ateliers de transformation de la commune qui ont besoin de carburant pour leur production, comme les moulins que l'on trouve dans les différents villages de la commune.

SN Sosuco

La Sosuco, entreprise de production de sucre, vient de planter cette année 1 hectare de Jatropha sur une parcelle irriguée (en 3m*3m), à partir de graines récupérées à Bérégadougou par l'intermédiaire de l'association Wouol. L'entreprise ambitionne cette année encore de planter 10 hectares sur des terres non irriguées en marge des plantations de canne. Pour les prochaines années la Sosuco envisage d'entourer toutes les parcelles de canne à sucre avec des haies vives de Jatropha. De plus, elle va se doter dans l'année d'une presse pour pouvoir préparer les huiles qu'elle souhaite utiliser dans les motopompes et groupes qui servent à l'irrigation des plantations de cannes. La Sosuco espère ainsi favoriser son autonomie énergétique et accroître sa compétitivité.

Wouol de Bérégadougou

L'objectif de l'ONG est de contribuer à une amélioration durable des conditions de vie de la population locale par la protection et la mise en valeur des ressources naturelles et culturelles de la région. Concernant le Jatropha, l'objectif est la production d'huile pour la consommation locale et l'export. Aujourd'hui, l'ONG fait des tests agronomiques pour déterminer le modèle de développement tandis qu'elle dispose de haies vives depuis 30 ou 40 ans par tradition dans ses villages, ainsi qu'une centaine de plants en pépinière installés récemment. Le chef du village de Bérégadougou dispose d'une presse pour extraire l'huile des graines de ses plants et l'utilise dans sa motopompe depuis plusieurs années.

Le développement rural, l'autonomie énergétique et la protection de l'environnement sont les objectifs visés par les projets de circuit court. Les obstacles rencontrés sur ces projets se situent au niveau de l'accès au foncier et donc de l'appartenance de ces plantes, et à la gestion communautaire des équipements. L'extraction des huiles et leur utilisation dans un moteur nécessitent un minimum de savoir faire et de rigueur au risque d'endommager les équipements.

A l'origine sans grande valeur économique, les graines de Jatropha pourraient prochainement valoir très cher si, comme on peut déjà l'observer, un marché de la graine se crée. Ainsi, les plants en zone communautaire peuvent être sources de conflits potentiels entre villageois qui voudront la récolter. De plus, on imagine mal comment les graines pourront être pressées et utilisées localement à court terme si la demande en graine ou en huile se développe au niveau national et peut donc être source de revenus supplémentaires pour les paysans.

4.3.1.2. Projets semi-industriels à industriels

Les projets à plus grande échelle de plantation de jatropha pour production de biodiesel sont le fait d'entrepreneurs burkinabé et étrangers comme ceux d'Agritech Faso ou du Larlé Naaba Tigré ou de fondation d'entreprise pour le cas d'Aprojer. Ils ont choisi comme option de constituer un réseau de paysans qui attribuent volontairement une partie de leur terrain à la culture de jatropha pour revendre les graines récoltées. En complément des plantations paysannes, ils disposent généralement de grandes surfaces pour réaliser des tests expérimentaux. Ils en sont chacun à la première année de plantation et il est donc encore difficile de connaître les objectifs de développement à long terme.

En effet, les résultats expérimentaux ainsi que les stratégies d'entreprise ne sont pas encore clairement définis ou communiqués. Il est difficile de savoir si une unité d'estérification sera montée sur le territoire ou si les graines seront exportées avant transformation, considérant les changements de stratégie opérés depuis le début de l'année 2008. Le Larle Naaba, à l'origine

lié avec la société allemande Deutsch Bio Diesel, et Agritech Faso, composé de Philippins, Australiens, Français et Burkinabé, avaient initialement démarré leur projet avec la volonté d'exporter des graines en Europe. Suite à la polémique liée aux biocarburants et donc au changement de contexte, les pays européens ne voulant plus importer de produits oléagineux des pays du sud, ces porteurs de projet ont recentré leurs activités sur le marché national ou régional. Il apparaît donc que les produits issus des projets industriels soient aujourd'hui tous destinés pour la transformation et la consommation locale, ce qui est positif considérant les enjeux environnementaux et socio-économiques liés à ces cultures.

4.3.1.3 Projets avec approvisionnement paysan

Ces projets à dimension industrielle impliquent tous une diversification de l'activité des paysans qui se sont portés volontaires pour produire. Ils reçoivent tous un appui technique, les semences et parfois les intrants pour la culture de jatropha et s'engagent à revendre la graine à un prix minimum convenu, qui varie fortement en fonction du porteur de projet : de 25 FCFA le kilo de graine décortiquée à 75 FCFA le kilo de graines. Il est actuellement difficile de définir le cours de la graine dans 3 ans, qui dépendra assurément du cours du pétrole, de la demande de semences de jatropha et de l'offre de matière première disponible.

Association pour la Promotion du Jatropha et des Energies Renouvelables (Aprojer)

Aprojer est une fondation d'entreprise d'Imperial Tobacco, propriétaire de la Mabucig (Manufacture Burkinabè de Cigarettes) à Bobo Dioulasso, qui a souhaité reconverter l'activité de ses tabaculteurs burkinabé. En effet, leur activité n'étant plus rentable pour l'entreprise, il s'agit de trouver une activité de rente de substitution pour ses tabaculteurs et pour d'autres paysans volontaires dans les régions où se pratiquait la culture du tabac en contrat avec la Mabucig. Les agents de terrain de la Mabucig gèrent la formation technique aux groupements de producteurs pour le développement des plantations et leurs fournissent les graines. En 2008, 3 500 ha de Jatropha ont été plantés dans les zones de tabaculture, en plein champ, avec 3 000 producteurs et l'objectif est d'atteindre 20 000 ha en trois ans dans les Provinces de la Comoé, du Kénédougou, de la Kompienga et dans la Boucle du Mouhoun. Pour 2009, au vu des polémiques soulevées par la culture du Jatropha sur des sols riches, la stratégie a été revue par le Conseil d'Administration. Il s'agira de travailler en coopération avec le Ministère de l'Environnement pour ne sélectionner que des terres dégradées, pour favoriser la lutte anti érosive et limiter la concurrence sur les sols. Aprojer s'est engagé à racheter les graines aux paysans dans trois ans, et des partenaires locaux les transformeront pour le marché national.

Agritech Faso

L'entreprise souhaite développer un réseau de producteurs volontaires dans la Province du Tuy pour la plantation de jatropha et la production de biocarburants. Agritech Faso cultive les plants en pépinières, rachètera des graines aux producteurs (70 FCFA/Kg), et transformera les graines. Le marché local est visé dans un premier temps. Les plants sont élevés en pépinière sous huit hangars actuellement, avec un objectif en 2008 de 1 500 ha de plantations. Toutefois, seuls 1 000 ha ont été aménagés à la fin de l'année. Les villageois de la commune de Boni ont déjà offert un terrain boisé de 60 à 70 hectares aux promoteurs du projet. Ainsi, on peut se poser la question de la concurrence des terres et du marché de la graine entre le projet communal de Boni et le projet industriel d'Agritech.

Les obstacles rencontrés par ces deux porteurs de projet qui ont démarré leurs activités en 2008 ont concerné l'approvisionnement en semences. Aprojer par exemple a fait importer 10 tonnes de semences en provenance d'Inde, d'autres se sont fournis au Mali, car les quantités obtenues sur le territoire national étaient trop faibles. Le Larlé Naaba Tigré a reçu des graines en provenance de la sous-région. Ainsi, d'un côté le manque de semences et leur origine diverse et d'autre part, le manque d'information sur les techniques de production, ont donné lieu à de mauvais rendements (57% de taux de levé/germination pour Aprojer) par rapport aux objectifs visés.

4.3.1.4 Projets avec mise en place de plantations agro-industrielles couplées à un approvisionnement paysan

Les projets à envergure industrielle comme celui de AgroEd, Ilaria, ou du Larlé Naaba sont portés par des entrepreneurs aux moyens financiers très élevés et avec de grandes ambitions de développement régional.

AgroEd et Ilaria Burkina

Pour AgroEd ou Ilaria, des accords-cadres ont été passés au niveau du gouvernement avec le Ministère de l'Agriculture, et qui engagent les deux parties : l'Etat soutient activement ce type de projet et l'entrepreneur s'engage à démarrer ses activités l'année de l'accord. Le gouvernement ne leur a pas permis de bénéficier de grandes surfaces en 2008, mais s'est engagé par voie écrite, en promettant par exemple 23 000 ha à Ilaria. Ils ont donc revu leur stratégie pour travailler directement avec le monde rural sur des petites surfaces à travers le pays. Leur mode de fonctionnement se rapproche donc des circuits industriels avec approvisionnement chez les paysans, mais ils comptent évoluer sur plusieurs régions et investir dans des unités de trituration de la graine et une usine d'estérification.

A défaut de grandes superficies octroyées, ils ont néanmoins bénéficié de surfaces moyennes (entre 25 et 100 ha) sur des zones aménagées. Ils en sont encore au stade d'expérimentation avec des tests effectués sur les variétés de Jatropha et le type de sol et de culture (plein champ/associé). Ilaria fait des essais avec des graines de Jatropha de 11 provenances différentes (Inde, Chine, Madagascar, Brésil...) en cultures associées (pastèque, sésame, haricots) sur une parcelle d'essais de 100 ha à Bagré, dont la moitié est plantée à se jour.

Larlé Naaba

Le projet du Laarlé Naaba Tigré, chef coutumier et député à l'Assemblée Nationale, a des ambitions industrielles et tout aussi régionales, en prévoyant d'intervenir au Bénin, Mali, Niger et Togo dans les cinq années à venir.

L'objectif est de développer la culture de jatropha, en fournissant les semences aux paysans et en mettant en place une organisation de suivi jusqu'à la récolte. L'appel a été entendu et on dénombre aujourd'hui plus de 60 000 ha de plantations au Burkina Faso et l'adhésion de plus de 40 000 paysans. Des expérimentations sur 15 ha, soit 30 000 pieds, ont été effectuées à Bantogodo, localité située dans la province du Kourwéogo à une soixantaine de kilomètres de Ouagadougou.

A l'origine destinées à l'exportation, les graines seront finalement pressées au Burkina, pour une utilisation locale de l'huile végétale. Il reste à définir précisément qui se chargera de ces prochaines étapes en assurant le rachat de toutes ces graines, puis de l'huile dans 3 ans.

Pour tous ces porteurs de projet à envergure agro-industrielle, une unité de transestérification est prévue à terme, en fonction des résultats expérimentaux qu'ils auront obtenus. Il faut noter

que pour chacun d'entre eux, les objectifs, à l'origine très ambitieux à court terme ont été revus en fonction des résultats expérimentaux de l'année 2008.

4.3.2. Projets de biocarburant à partir de l'huile de coton

L'huile de coton a fait l'objet de nombreux projets de par son potentiel de production national, mais la filière a connu des problèmes lors de la dernière campagne qui ont de facto anéanti leur mise en œuvre à court terme.

En effet, avec une récolte de 712.000 tonnes de coton-graine pour la campagne 2005-06 et 750 000 tonnes en 2006-2007, le Burkina Faso était le premier producteur de coton en Afrique. La production de graine de trituration était proche de 340.000 tonnes en 2005-06, pour une capacité de trituration installée estimée à 225.000 tonnes soit 35.000 tonnes d'huile raffinée. Le marché est réparti entre la SN CITEC (125 000 t), JOSSIRA (30 000 t), SOFIB (20 000 t) et les tritrateurs artisanaux (estimés à 50 000 t). Les besoins en huile alimentaire sont estimés à 72 000 tonnes. Une partie de la graine, environ 75.000 tonnes, a été exportée en 2006.

Jusqu'à cette année, les importations à bas prix d'huile de palme ont incité les unités de transformation d'huile de coton à envisager la production de biocarburants. Des entreprises comme la SN Citec (Groupe Dagris), Continental Eagle, ou la STAB (Société de Transformation Agroalimentaire du Burkina) avaient prévu des investissements dans ce domaine. Les projets envisagés correspondent à long terme au scénario 3 tel que nous le présentons dans le chapitre 5.

SN-CITEC

Rejoignant la stratégie de diversification inscrite dans le Plan d'Affaires de l'Association Interprofessionnelle du Coton du Burkina (AICB), la SN-CITEC, principale huilerie du pays, détenue par Dagris et soutenue par le gouvernement, prévoyait l'installation d'une usine de transestérification d'une capacité de 10 000 tonnes par an à partir de la graine de coton à Bobo Dioulasso.

Continental Eagles

Continental Eagles, représenté par la firme américaine « Biodiesel International », aurait également pour objectif la production de biodiesel à partir de graines de coton mais ce projet a connu un ralentissement depuis le mois de novembre 2007. Il s'agissait de mettre en place 2 fabriques d'huile à Banfora et Dandé et une usine de biodiesel à Banfora pour 2008. Les capacités de ces deux unités d'extraction seraient de 10 000 tonnes par jour et de 300 tonnes de biodiesel journaliers pour la demande du marché local. Pour atteindre cet objectif de production, Continental Eagle projetait de cultiver le coton sur des zones irriguées et aménagées à *Samandeni*. Les ambitions de l'entreprise sont très grandes en terme de production, et on peut d'ailleurs se demander si ces projections sont très réalistes au vu de la situation du marché des graines de coton et de la concurrence nationale. Avec un objectif dix fois supérieur au leader sur le marché, la SN Citec, ce type de projet peut avoir des conséquences néfastes sur la disponibilité des huiles alimentaires.

STAB

La STAB, société d'extraction et de commercialisation d'oléagineux avait établi un projet de production de biocarburant. Sa capacité de trituration des graines de coton est de 20 000 tonnes par an, et dispose d'ores et déjà de deux presses supplémentaires de capacité de

trituration de 20 tonnes, qui seraient dédiées à la production d'HVP⁷⁸. Les investissements liés à l'estérification auraient été complétés ultérieurement, ainsi que deux presses de capacité de 30 tonnes chacune.

Jossira

2^{ème} acteur national sur le marché de la trituration, l'entreprise, créée en 1998, ne tourne qu'à 25% de sa capacité du fait de mauvais choix technologiques lors de son installation ; ses problèmes de trésorerie l'ont donc empêché de prévoir des investissements dans le court terme dans le domaine des biocarburants.

	Sn Citec	Jossira	Continental Eagle	STAB
Capacité de production d'huile de coton (t/an)	20 000	30 000	/	/
Production effective d'huile en 2006 (t/an)	19 600	10 000	/	4 000
Capacité de trituration (t/an)	125 000	50 000		20 000
Objectif de production de biodiesel (t/an)	10 000	N.A.	110 000	(trituration de 100 t/an)

Toutefois, l'ensemble des projets de ce type a été mis en attente de par la mauvaise campagne du coton en 2007-2008, les problèmes d'approvisionnement en graines et la flambée du cours de la graine sur les marchés mondiaux. De plus, l'augmentation du prix des huiles de palme en provenance d'Indonésie et d'Inde, qui se dirigent également vers les biocarburants, a également rendu le marché d'huile de coton alimentaire plus attractif. Ces entreprises se concentrent donc actuellement sur la production d'huiles alimentaires et ne disposent pas d'assez de stocks de graines, fournies au niveau national par les sociétés d'égrainage que sont la Sofitex, la Socoma et Faso Coton, pour envisager une production supplémentaire à base du coton. Selon M. Camara de Green Oil et membre de l'AAPB (Association Africaine de Promotion des Biocarburants), la filière biocarburant à partir de coton serait rentable pour un coût de la graine compris entre 30 000 et 35 000 FCFA/t, ce qui permettrait de commercialiser le litre d'huile à 400 FCFA. Or, le cours de la graine de coton en 2008 était près de trois fois supérieur à celui requis, c'est-à-dire à 95 000 FCFA/t.

Ainsi, actuellement les producteurs d'huile de coton ont plus intérêt à couvrir le marché des huiles alimentaires qu'à se diversifier dans les biocarburants pour plusieurs raisons :

- les rendements en graines de coton sont insuffisants cette année et le prix de la graine a connu une très forte hausse ;
- l'huile de coton est plus chère que le gazole ;
- la demande est en hausse pour les huiles alimentaires ;
- le coton est un oléagineux avec un rendement très faible (20% d'huile) même si le tourteau peut être fortement valorisé ;
- la culture de coton demande beaucoup d'intrants (engrais, pesticides, insecticides...) et peut induire une forte pollution des sols et des eaux souterraines.

⁷⁸ Project idea note, projet MDP, document interne STAB.

4.3.3. Projet de biocarburant à partir du tournesol

Au cours des dernières années, des réflexions se sont engagées sur la mise en place de cultures de tournesol pour la production d'huile au Burkina Faso. La SN CITEC, qui veut sécuriser ses approvisionnements en graines oléagineuses, a même procédé à des tests de culture de tournesol en pluvial sur plusieurs centaines d'hectares dans la région de Fada. Les rendements affichés se situent entre 1200 et 1500 kg de graines par hectare (avec fumure). La teneur en huile étant proche de 44%, cela permet d'obtenir entre 530 et 660 litres d'huile à l'hectare.

Agroed prévoit de planter du tournesol en culture intercalaire entre les rangs de jatropha espacés de 6 mètres.

Le potentiel de ce type de culture attire de plus en plus l'attention de porteurs de projets biocarburants : fort rendement en huile, tourteau valorisable pour l'alimentation du bétail, diversification du marché de l'huile : alimentaire et/ou biocarburant...

Cependant, la SN CITEC, tout comme Agroed, ont des difficultés pour s'approvisionner en semences dans la sous-région. On ne trouve que des semences hybrides qui sont chères, il est donc impossible de dédier une partie de la production pour les semences de l'année d'après.

Des travaux de recherche agronomique, de sélection et reproduction variétale sont donc nécessaires pour le développement de ces cultures.

4.4. Conclusion

Ainsi, les projets en cours au Burkina Faso concernent uniquement les filières HVB - et biodiesel à plus long terme - et sont principalement basés sur la culture de jatropha. A partir de cet état des lieux national des modes de mise en œuvre et des objectifs associés, on peut aujourd'hui envisager plusieurs scénarii de développement sur le long terme, qui seront analysés dans la partie suivante. .

Une poignée de projets concerne la mise en place de filières courtes pour la production locale d'HVB destinée à alimenter des équipements au niveau villageois générateurs de force motrice et/ou d'électricité. On peut en trouver certains dans le Nord du pays et les objectifs peuvent également viser la reforestation, la régénération de sols dégradés et la lutte anti-érosive. Ils correspondent à un premier scénario de développement qui vise à offrir un accès énergétique en milieu rural par la production locale d'HVB.

Plusieurs projets concernent la mise en place d'une filière de production d'HVB et à terme, pour certains, de biodiesel à des échelles semi-industrielles à industrielles. La plupart sont conçus à partir d'un approvisionnement paysan de jatropha et certains projettent la mise en place de cultures à une échelle agro-industrielle à plus ou moins grande échelle. Concentrés sur le marché national, ils pourraient répondre à un deuxième scénario de développement qui consiste à développer une filière HVB dans les centrales thermiques de la SONABEL pour la production d'électricité.

Un troisième scénario concerne les utilisations pour le transport, bien qu'aucun projet ne soit en cours. Etant donné les procédés industriels et les approvisionnements qu'il nécessite et la technologie à mettre en place, il n'est pas envisageable à court terme, mais sera étudié dans la partie suivante, en fonction des risques et des opportunités associées.

5. Scénarii de développement des biocarburants

Les analyses qui précèdent des consommations et des applications techniques liées à l'usage des hydrocarbures ainsi que des potentialités de production de biocarburants à partir des productions végétales au Burkina Faso, permettent d'envisager plusieurs scénarii crédibles, techniquement réalisables, de développement des biocarburants au niveau national.

Dans ce chapitre, nous proposerons différents scénarii de développement des filières biocarburants. Un premier scénario concerne le développement de nouvelles sources d'énergie en zones rurales et deux autres scénarii analysent la substitution des hydrocarbures importés pour les filières de production d'électricité et de transport. Les scénarii envisagés privilégient la production et la consommation au niveau national. En effet, il nous paraît secondaire de développer une filière d'exportation de matières premières, plusieurs documents de politiques affichant les objectifs de développement du secteur de l'énergie au niveau national et de création de valeurs ajoutées directe et induite liées à la production d'énergie dans le pays.

Pour chaque scénario de développement des filières biocarburants, nous présenterons son chemin technique et nous mettrons en évidence les avantages et les contraintes de chaque option sur les plans sociaux, économiques et environnementaux.

5.1. Scénario 1 : filière courte, production locale d'huile végétale brute (jatropha, autres oléagineux) pour force motrice/électrification rurale (plate-forme multifonctionnelle)

L'économie nationale repose essentiellement sur le secteur agricole (agriculture de subsistance et élevage) qui fait vivre plus de 85% de la population (Cf. chapitre 3). Cette population couvre principalement ses besoins énergétiques en utilisant du bois et du charbon de bois comme combustibles domestiques (représentant la principale source d'énergie nationale soit à plus de 80% du bilan énergétique). Les populations paysannes et la production agricole dépendent donc déjà de combustibles issus de la biomasse, ce qui a conduit à une surexploitation des forêts. Par ailleurs, les problèmes d'accès à l'énergie moderne en zones rurales au Burkina Faso sont un réel frein au développement dans ces zones (Cf. chapitre 1). Ainsi les biocarburants peuvent jouer un rôle important, à la fois pour limiter les prélèvements sur les ressources nationales et favoriser l'accès des populations rurales à l'énergie.

La fourniture de services énergétiques en milieu rural permet de réduire la pauvreté et favorise le développement humain notamment via le développement des services les plus urgents que sont l'approvisionnement en eau potable, l'électrification, la fourniture de services médicaux et scolaires, la transformation des aliments, l'intensification des cultures, le maintien et la mise en place d'activités génératrices de revenus.

Plusieurs actions sont entreprises pour remédier à ce problème (plates-formes multifonctionnelles, installations photovoltaïques décentralisées, électrification rurale décentralisée, biomasse énergie, biocarburants...). La production d'huile végétale pour

alimenter la production de force motrice en zone rurale peut contribuer à l'électrification rurale et au fonctionnement de plates-formes multifonctionnelles (Cf. itinéraire technique).

Cette technologie peut utiliser des plantes à huile comme matière première : jatropha mais aussi d'autres plantes oléagineuses comme l'arachide, le soja, le tournesol, le coton ...

Nous allons nous attarder dans les paragraphes qui suivent sur ces plates-formes multifonctionnelles pour lesquelles le développement d'une production de biocarburants de proximité présenterait une véritable opportunité de synergie vers des processus de développement très localisés ; et qui conditionnent la crédibilité d'un scénario biocarburant de type filière courte.

5.1.1 Opportunités biocarburants pour les plates-formes multifonctionnelles

A l'initiative du Gouvernement burkinabé, le Programme national pour le développement de plates-formes multifonctionnelle (PTF), soutenu par le PNUD, a vu le jour en 2005, à la suite d'une phase pilote achevée en 2004 (cf chapitre I). Une plate-forme multifonctionnelle est à la fois un système de production d'énergies mécanique et électrique ainsi qu'une entreprise de service énergétique en milieu rural pour la transformation agricole. Fin 2008, plus de 144 PTF seraient installées dans les régions de la boucle du Mouhoun, du Centre Ouest, de l'Est, du Centre Est et du Nord.

Une plate-forme multifonctionnelle permet la fourniture d'énergie mécanique et électrique de manière décentralisée; elle est conçue avec du matériel et des pièces de rechange facilement accessibles. Dans la philosophie du programme national des PTF, une plate-forme permet donc d'offrir des services énergétiques pour des usages productifs, sociaux, individuels et collectifs. Les services énergétiques permettent d'économiser à la fois l'énergie humaine et le temps, et suscitent la possibilité de génération de revenus, de réduction de la pauvreté et de développement humain. Les plates-formes fonctionnent aujourd'hui au gasoil.

Ce projet s'inscrit tout a fait dans le scénario 1 de production d'huile végétale à l'échelle locale. Les communautés utilisant les plates-formes, pourraient devenir le principal débouché d'une production d'huiles végétales produites localement qui se substitueraient -partiellement ou totalement -au gasoil consommé par les moteurs⁷⁹..Les volumes d'hydrocarbures consommés par les PTF sont relativement faibles et souvent difficiles à transporter, de par l'éloignement des plates-formes, ce qui représente un certain coût. L'idée de produire localement le biocarburant qui permette de faire fonctionner le moteur de la plateforme et ainsi d'être autonome financièrement et énergétiquement apparaît donc comme très intéressante.

Dans ce type de scénario, le producteur est également le consommateur. Ainsi, une communauté produisant des cultures oléagineuses pourrait réaliser le pressage des graines et la filtration de l'huile dans sa plateforme pour son propre usage énergétique. C'est ce qu'on

⁷⁹ Par contre, au niveau des plates-formes en réseaux (PTR), les volumes d'huile à mobiliser étant importants, le mode de production de biocarburant correspond plutôt au scénario 2 de cette étude (substitution gasoil pour production électricité), avec une filière de collecte/ rachat de graines oléagineuses ou d'huiles auprès de nombreux producteurs ou production de type industrielle.

appelle le développement des biocarburants en circuit court. La production d'huile végétale en circuit court semble donc particulièrement adaptée au contexte Burkinabè où la disponibilité d'un carburant local, à faible coût et utilisé près des lieux de production, permettrait aux agriculteurs de ne pas être tributaires de l'envolée des prix et de la distribution du pétrole et d'assurer ainsi leur indépendance énergétique.

Bien qu'il soit difficile de savoir s'il est engagé dans des actions concrètes, le Programme national PTF du Burkina Faso dit s'intéresser à l'option huile végétale comme carburant de substitution (70% des dépenses des PTF portent sur la consommation de diesel) ; les PTF constituent donc des utilisateurs potentiels de biocarburant : le programme fera, dans ce sens, des essais sur ses propres équipements avec le 2IE et le Cirad. Des exemples au Mali et une initiative en cours « vivre au village » de l'ONG INGALA donnent des exemples concrets de ce qui pourrait être mis en œuvre dans une optique de substitution du gasoil par des huiles végétales sur des plates-formes multifonctionnelles.

5.1.2 Estimation des quantités d'huile végétale nécessaire pour substituer le diesel dans les plates formes.

L'arachide, le tournesol ou le jatropha pourraient être transformés localement pour l'approvisionnement des PTF. On sera plus hésitant envers le tournesol, plante non cultivée au Burkina Faso (à part sous forme de test) dont les données en milieu paysan ne sont pas connues.

En ce qui concerne la culture d'arachide, il est peut probable qu'une production supplémentaire soit utilisée comme biocarburant dans un contexte de déficit alimentaire chronique. En outre, la concurrence sur la main d'œuvre disponible pour la production vivrière au niveau des systèmes de production actuel rend le développement de cette culture peu probable pour une production autre qu'alimentaire.

Le jatropha, plante pérenne et non comestible, paraît la plus appropriée pour alimenter les PTF. La stratégie de mise en place des plantations conditionnera l'impact du développement de cette culture sur les systèmes de production paysans.

Le tableau ci-dessous montre les consommations de gasoil et les heures de fonctionnement des PTF existantes au Burkina Faso selon les zones géographiques. Sachant que ces moteurs sont des moteurs de 10 CV, on peut en déduire leur taux de charge moyen. On se rend compte que certaines plateformes tournent avec des faibles taux de charges (<80%) ; l'utilisation du moteur dans ces cas là n'est pas optimisé, les rendements sont moins bons et les équipements risquent de s'endommager si on les alimente avec de l'huile végétale. En revanche, pour les plates-formes ayant des moteurs tournants avec des taux de charges >80%, l'utilisation d'huile végétale comme carburant ne posera pas de problèmes.

Comme recommandé par le Professeur Ouedraogo Makido, en prenant un écartement de 4x4m ou 4x3m et une production moyenne de 1,5 kg/pied de graine dans la zone soudano sahélienne, il est possible d'estimer les superficies de jatropha qu'il faudrait planter pour subvenir aux besoins énergétiques d'une plateforme en substituant 100% du gazole d'une PTF par de l'huile végétale brute de jatropha. Il est également possible de planter le jatropha en haies vives, avec des pieds espacés de 1 mètre les uns des autres.

Les résultats montrent que pour les plateformes fonctionnant à 100% avec de l'huile de jatropha - sauf pour les phases de démarrage et arrêt du moteur- il faut cultiver entre 5 et 16

hectares de jatropha, ou 4 à 10 km de haies vives. Ces résultats permettent de fixer les ordres de grandeur de ce que devrait être une culture de jatropha pour une utilisation locale, mais ils doivent être adaptés au contexte de chaque plateforme en fonction des rendements de la plante, de la consommation et des heures de fonctionnement de la plateforme.

Région	Consommation (l/h)	nb heures fonctionnement	(litre /jour)	taux de charge	(l/an)	Jatropha				
						litres jatropha	nb de pieds	nb ha en plantation 4x4m	nb ha en plantation 4m*3m	nb km haies (tout les m)
Centre ouest	2	6	12	85%	4 380	4 998	9 996	16	12	10,00
Nord	2	6	12	85%	4 380	4 998	9 996	16	12	10,00
Est	1,5	3	4,5	64%	1 643	1 874	3 748	6	4,5	3,75
Mouhoun	2	6	12	85%	4 380	4 998	9 996	16	12	10,00
Valeur moyenne conventionnellement adoptée par le PNUD = 7 litre/jours par plate-forme				85%	2555	2916	5831	9,3	7	5,8

Tableau 19 : Consommations en DDO des moteurs listers des PTF et estimations des superficies de jatropha à planter pour substituer le DDO par de l'huile végétale

Les résultats présentés dans le tableau 17 ne tiennent également pas compte du fait que pour produire les huiles végétales, il va falloir faire tourner une presse à partir de la plate-forme, ce qui va augmenter les heures de fonctionnement et les consommations annuelles du moteur Lister. En moyenne une presse consomme 30Wh/kg de jatropha, ce qui se traduit par une consommation de 0,009 litres d'huile de jatropha par kg de jatropha pressé qui produira 0,37 litre d'huile. Pour produire 1 litre d'huile de jatropha le moteur utilise 0,024 litre d'huile (2,4 %). Il faut donc augmenter les plantations de 2,4%.

5.1.3 Adaptations et modification techniques pour l'utilisation d'huile végétale pure sur une plate-forme

L'utilisation d'huiles végétale brutes comme carburant pour les plates-formes suppose d'apporter quelques adaptations et équipements supplémentaires aux plates-formes.

Comme expliqué précédemment dans le chapitre 2, l'utilisation de moteur diesel fonctionnant en circuit court à partir d'huile végétale, nécessite un système de type bicarburant (diesel et huile végétale). Le moteur doit donc être équipé d'une seconde ligne d'alimentation (réservoir, pompe, filtre) et d'un système de vannes (2 *3 voies) ou d'une électrovanne. Dans les phases de démarrage, d'arrêt ou les périodes de fonctionnement à basse puissance, le moteur fonctionne avec du gasoil, sinon il est en mesure de tourner avec 100% d'huile végétale.

Si l'option est prise de produire directement l'huile au niveau de la plateforme, celle-ci doit également être dotée en équipements permettant de produire l'huile. Cela suppose d'équiper la plateforme d'une presse pour extraire l'huile, d'un filtre pour nettoyer les huiles et d'une ou plusieurs cuves pour le stockage du liquide pour fonctionner toute l'année⁸⁰.

⁸⁰ Des données précises sur les types de presse disponibles au Burkina sont présentées en annexe n°1

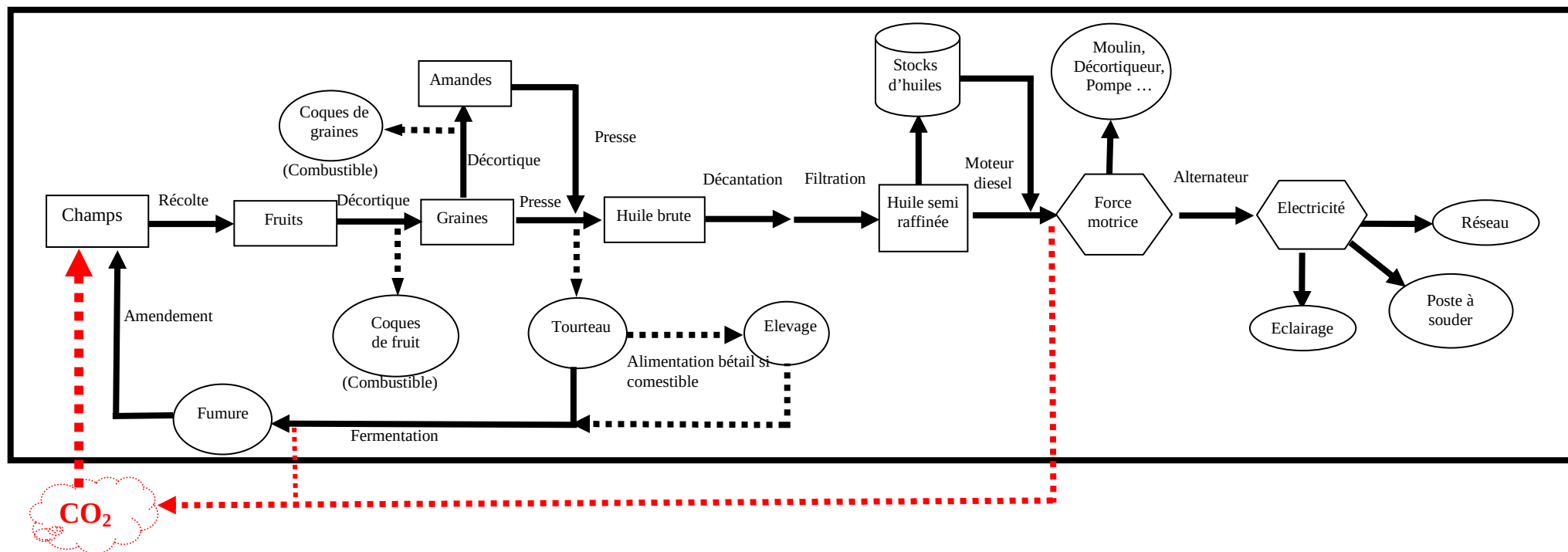


Figure 21: Chemin technique du scénario 1 : filière courte, production locale d'huile végétale pure pour force motrice/électrification rurale (plateforme)

L'huile produite localement est ainsi utilisée directement dans un moteur statique diesel équipé d'un kit de bicarburation. Dans la mesure où l'accès aux équipements (presse, filtre) est disponible localement, les biomasses oléagineuses et les huiles obtenues ne sont pas transportées (circuit court). Ce type de scénario est techniquement très intéressant, facile et peu onéreux à développer en zone rurale, mais quelques précautions doivent cependant être prises :

- de bonnes maîtrises et compréhension du fonctionnement du kit de bicarburation doivent être diffusées chez les utilisateurs
- la consommation d'énergie doit être optimisée pour que le moteur fonctionne le maximum de temps à hauts régimes pour avoir une bonne combustion des huiles et éviter de consommer du gasoil.
- la presse et le filtre doivent être correctement utilisés et entretenus pour obtenir des huiles de bonne qualité pour assurer une longue durée de vie au moteur
- l'utilisation de plantes toxiques comme le jatropha peut poser des problèmes. Si la presse est utilisée pour produire à la fois des huiles carburant et des huiles alimentaires, des risques d'intoxications alimentaires peuvent être à craindre.

Afin d'assurer un bon développement de cette filière de production d'énergie en zone rurale et pour s'affranchir des problèmes techniques mentionnés précédemment, nous recommandons dans un premier temps de mettre en place des groupements départementaux ou régionaux (tel que le fait le programme national des PNPTF), disposants d'une presse mobile équipée de filtres. Une fois les biomasses oléagineuses récoltées, la presse mobile est emmenée au village ou dans une coopérative pour y les transformer en une huile de qualité (bien pressée, filtrée et sans risque de toxicité).

Avantages	Contraintes
- Développement rural / réduction pauvreté - Effets économiques : petite transformation agro-alimentaire, intensification agricole - Effets sociaux (électrification rurale) - Pas de transport de biomasse - Technologie mature et disponible - Besoins en investissements faibles - Faible mobilisation de surface villageoise : entre 5 et 16 ha/village pour le fonctionnement d'une plate-forme multifonctionnelle (avec du jatropha)	- Faible capacité financière des bénéficiaires potentiels - Rentabilité incertaine : absence de données fiables sur le jatropha, l'adaptation d'autres plantes oléagineuses aux conditions locales et les PTF - Gestion communautaire (plantations et équipement de presse) et organisation pérenne de la filière à mettre en place - Tourteau de jatropha, ricin ne peut pas être valorisé pour l'alimentation animale

Tableau 20 : Avantages et contraintes du scénario 1 filière courte / force motrice et électrification

Selon l'hypothèse d'un rythme soutenu d'implantation de 200 nouvelles plateformes multifonctionnelles par an à partir de 2009 et d'une consommation moyenne annuelle par plateforme estimée à 2500 litres de gazole⁸¹, il est possible de reconstituer l'évolution tendancielle de la consommation en carburant des plateformes à l'horizon 2020. Cette consommation passerait de 263 tonnes en 2007 à 6 700 tonnes environ en 2020 (Tab 20.). Cependant, ce niveau de consommation est un grand maximum, car le projet peine à atteindre ses objectifs en termes de nombre de plateformes mises en place : on comptait 144 unités installées dans les régions de la Boucle du Mouhoun, du Centre-Ouest et de l'Est mi-2008 contre 400 unités initialement prévues pour fin 2008.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Nombre total de PTF	105	269	469	669	869	1 069	1 269
Consommation en gazole (m³)	263	673	1 173	1 673	2 173	2 673	3 173
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Nombre total de PTF	1 469	1 669	1 869	2 069	2 269	2 469	2 669
Consommation en gazole (m³)	3 673	4 173	4 673	5 173	5 673	6 173	6 673

Tableau 21 : Evolution du nombre de PTF et de leur consommation en carburant de 2007 à 2020⁸²

Le Scénario 1 : filière courte en zone rurale comporte des avantages conséquents, notamment sa contribution à l'amélioration des conditions de vie des populations rurales et à la protection de l'environnement. Il ne présente pas de difficulté particulière de mise en œuvre sur le plan technique (technologie mature et disponible, transport limité de biomasse...) et paraît adapté aux conditions sociales des populations rurales (faible mobilisation de foncier, investissement limité...).

Cependant, sa mise en œuvre suppose de lever des contraintes importantes liées à la capacité des acteurs à se prendre en charge et à développer une action communautaire à la fois pour la gestion des plantations d'oléagineux et des équipements de presse. L'enjeu est celui de l'organisation pérenne d'une filière associant la production de matière première et sa transformation pour une utilisation collective ou privée. De plus ce scénario est fortement conditionné par la réussite du concept de plateforme multifonctionnelle, qui pourrait fournir un débouché important à la production d'huile végétale dans le milieu rural mais qui n'a pas encore vraiment fait ses preuves dans le pays. Enfin, il est assujéti à l'amélioration des connaissances agronomiques sur le jatropha et sur l'adaptation d'autres cultures oléagineuses comme le tournesol aux conditions agro-climatiques et sociales de l'Afrique de l'Ouest.

⁸¹ Informations recueillies auprès de M. Yemboado LOMPO, expert en suivi-évaluation du programme national des plateformes multifonctionnelles pour la lutte contre la pauvreté du Burkina Faso.

⁸² Source : Communication PNUD

5.2 Scénario 2 : substitution d'huile végétale brute (jatropha, autres oléagineux) au gasoil et au DDO pour la production d'électricité

Le secteur de la production d'électricité pour le réseau national dans les centrales thermiques du pays consomme environ 23% de la consommation d'hydrocarbures sous forme de gasoil, DDO et Fuel-oil (Cf. chapitre 1). Ces hydrocarbures peuvent facilement être substitués par de l'huile végétale brute, mélangée avec le Fuel-oil ou pure.

D'un point de vue technique, les moteurs statiques des centrales thermiques fonctionnent à plus de 80% du temps à haut régime et donc à haute température. Dans ces conditions, des hydrocarbures « lourds » comme le fuel-oil ou les huiles végétales ne présentent aucun problème de combustion (cf chapitre 2). La majeure partie des groupes électrogènes de la Sonabel sont équipés de systèmes de bicarburant qui permettent de démarrer les moteurs avec du gasoil ou du DDO, (qui ont une bonne combustion même quand le moteur est froid, mais qui sont plus chers) et de basculer au Fuel-oil quand les moteurs sont chauds.

Ce scénario suppose la mise en place d'une filière huile végétale pure à destination de la SONABEL qui peut être développée selon plusieurs options :

- de petites unités de transformation délocalisées (envisageable sur la filière huile de jatropha ou d'autres produits oléagineux),
- une unité centralisée (envisageable sur la filière huile de coton par exemple).

La Sonabel achète son carburant pour les groupes électrogènes à la Sonabhy, qui a le monopole des importations des hydrocarbures. L'incorporation des huiles dans les hydrocarbures destinés à la Sonabel pourrait se faire au niveau des cuves de stockage de la Sonabhy. Bien que cette opération soit facile à mettre en œuvre, la qualité du produit pourrait être vérifiée et attestée dans les laboratoires de la Sonabhy. (Cf itinéraire technique, figure 23).

L'approvisionnement en huile végétale à partir de petites unités de production suppose de mettre sur pied un réseau de collecte. On peut envisager plusieurs modes d'organisations différents :

- la collecte des biomasses dans les villages auprès de coopératives de producteurs. Les fruits/graines sont pressés au niveau du dépôt de la Sonabhy.
- la circulation dans les villages de presses mobiles avec filtres appartenant à la SONABHY ou bien l'émergence et la professionnalisation d'un maillon intermédiaire dans la filière entre les producteurs de matières premières et la SONABHY. Dans ce cas, l'extraction de l'huile pourrait être assurée localement par ces nouveaux intermédiaires, éventuellement en association avec les producteurs.

Ces deux options présentent l'avantage de garantir la qualité de l'huile qui est extraite par des professionnels. Néanmoins, en l'absence de normes d'analyse et de spécification pour la vente des huiles végétales comme carburant au Burkina Faso, l'idée de racheter les huiles extraites par les petits producteurs n'apparaît pas techniquement intéressante. Les qualités variables des produits rachetés nécessiteraient une étape supplémentaire de raffinage des huiles avant d'être mélangées avec les hydrocarbures.

Dans le cas de la première option, de grandes quantités de tourteau se trouvent alors produites sur le site du dépôt de la Sonabhy. Dans le cas de tourteaux comestibles pour le bétail cela présente un manque à gagner pour les petits producteurs. En revanche, pour des biomasses

telles que le jatropha ou le ricin, le fait d'avoir concentré sur un même site tout le tourteau produit, permet d'envisager une utilisation de celui-ci comme combustible solide pour chaudière.

Dans le cas d'une unité centralisée, l'organisation de la filière pourrait être du même type que pour la filière coton : la société de production d'huile passerait des contrats d'approvisionnement avec les producteurs, assurerait un conseil technique agricole et éventuellement l'approvisionnement en intrants. On peut aussi envisager une première transformation réalisée au niveau des groupements de producteurs qui approvisionnerait une usine de traitement des huiles reçues pour les conformer aux normes en vigueur.

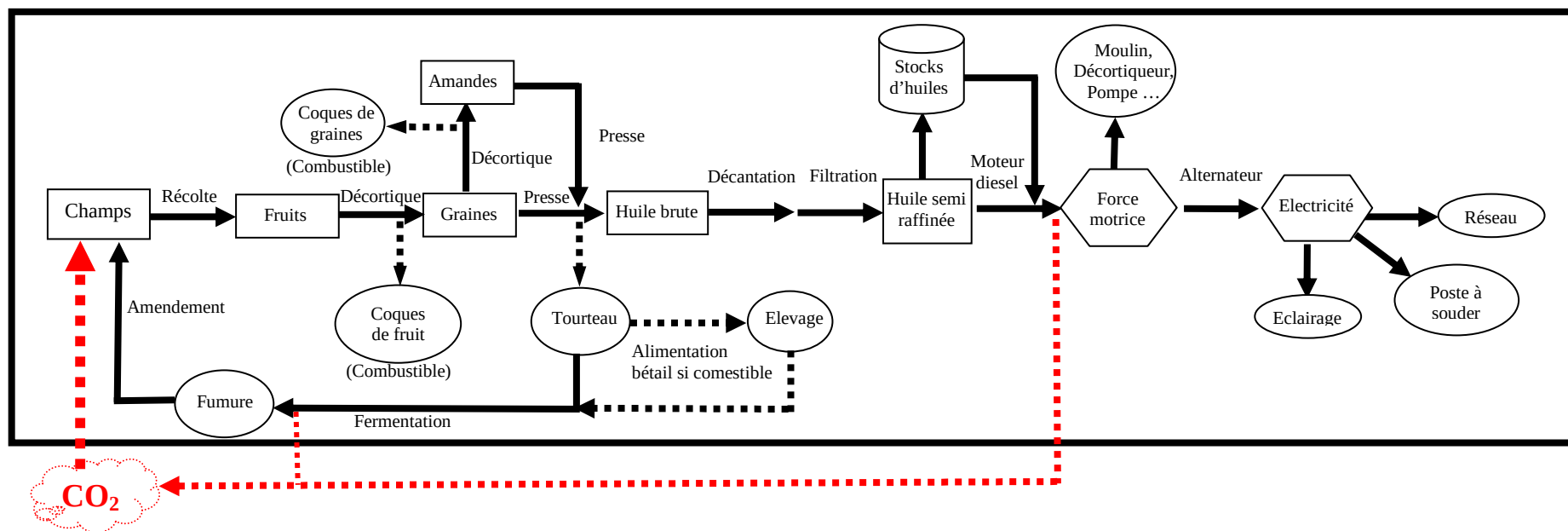


Figure 22: Chemin technique du scénario 2 : huile végétale pour réseau électrique national

Dans le cas de la trituration de jatropha ou d'autres plantes oléagineuses en unité centralisée, le projet du Laarlé Naaba Tigré (chef coutumier investi d'une autorité certaine et capable de mettre en place un contrôle social sur les agriculteurs) paraît intéressant pour garantir un approvisionnement dans des quantités stables ou en accroissement pour la transformation.

Avantages	Contraintes
- Pas de saut technologique - Réalisable à court terme - Flexibilité du taux de substitution HV/pétrole - Flexibilité en termes de possibilité de mélanger avec tout type d'huiles végétales - Marge d'expansion importante (jusqu'à 90% de substitution avec le pétrole) - Faible investissement pour les paysans - Diversification de la production paysanne - Sécurisation d'une filière de rente pour les paysans - Besoin équipements légers à tous les stades de la filière - Opportunité d'accès à des projets crédits carbone pour Sonabhy/Sonabel - Réduction du coût de l'électricité - Réduction dépenses budgétaires (subvention au DDO ?) - Amélioration de la balance commerciale - Moteur Sonabel déjà équipés pour alimentation bicarburation	- Problème de qualité de l'approvisionnement (huile ou graines) - Manques de normes pour analyse et spécification des huiles végétales comme carburants - Coût de transport de l'huile - Compétition avec l'alimentation selon la matière première (effet marché) - Réduction recettes budgétaires (TIPP/TVA) - Option plus intéressante que les interconnexions prévues avec le WAPP ?

Tableau 22: Avantages et contraintes du scénario 2 : huile végétale pour réseau électrique national

Les surfaces nécessaires à mobiliser pour la réalisation de ce scénario sont présentées dans le tableau ci-dessous. L'analyse des superficies à mobiliser pour produire des plantes à biocarburant a vocation à montrer la proportion des terres cultivables (dont une partie seulement est cultivée) à détourner d'une production alimentaire actuelle ou à venir. Cette proportion va dépendre du type de plante, dans le sens où le rendement à l'ha et le contenu en huile sont variables.

Huile végétale	Jatropha	Tournesol	Arachide	Coton	Soja
Productivité en m³ huile par ha	0.14 à 0.8	0.53 à 0.66	0.35	0.1 à 0.125	0.28
Consommation d'hydrocarbures utilisés pour la production d'électricité en 2007 : 141 827 m³					
Ha nécessaires pour la substitution de 30% des hydrocarbures utilisés pour la production électrique	60 000 à 350 000	70 000 à 90 000	135 000	400 000 à 500 000	150 000 à 200 000
% superficie arable du Burkina	1 à 4%	1%	1 à 2%	4 à 6%	2%
Ha nécessaires pour la substitution de 100% des hydrocarbures utilisés pour la production électrique	200 000 à 1 150 000	200 000 à 300 000	450 000	1 300 000 à 1 600 000	550 000 à 600 000
% superficie arable du Burkina	2 à 13%	3 à 4%	5%	14 à 18%	6 à 7%

Pour un objectif de substitution de 30% des hydrocarbures importés pour la production d'électricité, les résultats montrent que la superficie à mobiliser ne dépasse pas 10% de la superficie cultivable quelle que soit la plante. Par contre, pour un objectif de substitution de 100%, les plantes les plus économes en mobilisation foncière sont le tournesol et l'arachide.

Le Scenario 2 huiles végétales pour la Sonabel est particulièrement intéressant : il n'est pas conditionné par le succès des projets plates-formes multifonctionnelles qui ont du mal à atteindre leurs objectifs ; il autorise une production fluctuante d'huile selon les années (les produits pétroliers, stockables, peuvent assurer le complément) sans impact sur la rentabilisation d'équipements sophistiqués puisque les technologies utilisées sont simples⁸³. Il peut être mis en œuvre assez rapidement et comporte des marges d'expansion importantes (jusqu'à 90% de substitution au pétrole).

A court terme, ce scénario permettrait d'assurer un débouché, voire même un marché pérenne pour les plantations de jatropha qui ont été plantées ces deux dernières années (plusieurs dizaines de milliers d'hectares). Bâti sur la production de jatropha, ce scénario n'entre pas directement en compétition avec la sécurité alimentaire (mais mobilisation des terres). Mais dans le cas de l'utilisation de plantes alimentaires, la fluctuation sans conséquence des apports d'huile dans le système donne aux paysans la flexibilité appréciable de choisir entre différents marchés (alimentaire ou énergétique), celui qui leur procurera le revenu le plus important. En effet, si la presse est décentralisée, l'équipement de transformation sera facilement rentabilisé. L'arbitrage du paysan peut même aller jusqu'à panacher le jatropha (sécurisation d'une filière de rente qui immobilise cependant sa terre plusieurs années) avec des plantes à huile annuelles et diversifier sa production.

Cependant, la question de l'approvisionnement en huile des centrales électriques dans le cas d'une production d'huile décentralisée ou de l'approvisionnement en matière première de l'unité de transformation dans le cas d'une production d'huile centralisée, doit être bien traitée. Ce scénario est fortement conditionné par l'organisation d'une filière rentable et pérenne d'approvisionnement du système en graines / huile de qualité requise.

⁸³ Le seul risque de cette variabilité pourrait concerner un maillon d'intermédiaires dans la filière qui développeraient l'activité de collecter les huiles et de les amener à la SONABHY

Au niveau macro-économique, ce scénario pourrait, s'il est bien mené :

- réduire le coût de l'électricité pour les ménages, les entreprises et les administrations ;
- réduire le montant des subventions de l'Etat au DDO
- réduire la facture pétrolière.

Au niveau de la Sonabel, le fait de substituer l'utilisation d'hydrocarbures par un carburant « renouvelable », va permettre d'éviter l'émission de gaz à effet de serre pouvant se monnayer sur le marché international du carbone (MDP ou marché volontaire).

5.3 Scénario 3: production centralisée, substitution d'éthanol à l'essence ou de biodiesel au gas-oil pour les transports

Le secteur des transports « véhicules légers » et « poids lourds » ne représente que 10 % de la consommation énergétique totale. Mais ce secteur, essentiel dans un pays enclavé comme le Burkina Faso, consomme à lui seul 60 % du pétrole importé (Cf. chapitre 1).

Face à l'augmentation régulière et importante du prix du pétrole, le développement de biocarburants au niveau national pourrait permettre de substituer tout ou partie de ces importations d'hydrocarbures destinés au transport.

Comme expliqué dans le chapitre 1, le secteur du transport (hors aérien) utilise l'essence (super) et le gasoil. Ce scénario doit donc être envisagé selon deux options : la substitution jusqu'à 10% du super par de l'éthanol pour les véhicules essences ou la substitution de 0 à 100% du gasoil par du biodiesel pour les véhicules diesels.

Ces deux options nécessitent la mise en place d'unités de production (éthanol et biodiesel) de grande ampleur, à l'échelle industrielle (cf chapitre 2). On estime que les usines de production de biodiesel et d'éthanol sont rentables à partir d'une production annuelle de 20 000 tonnes^[84].

Le développement de ce scénario ne peut être envisagé que si :

1. le cadre réglementaire autorise une production pour le marché national
2. les quantités permettent de mettre en place un marché à l'exportation .

Dans le deuxième cas, avec la raréfaction des réserves en hydrocarbures, il est certain que le marché pour les carburants de substitution va être de plus en plus porteur. Cela va présenter un réel intérêt pour les pays producteurs de biocarburants, mais en même temps il va falloir que ceux-ci s'assurent que ces exportations profitent bien à l'économie nationale, notamment en réglementant l'exportation pour favoriser la vente de produits finis et non pas la vente de matières premières seules (vente de biodiesel et pas de graines ...) et ne menacent pas la sécurité alimentaire du pays.

^[84] Ballerini Daniel. 2006. *Les biocarburants : état des lieux, perspectives et enjeux du développement*. Paris : Éditions Technip.

5.3.1 Scénario 3.1 : biodiesel pour transport

La production de biodiesel pour le transport nécessite de produire des quantités importantes pour rentabiliser les équipements de transestérification. Ceci implique une production agricole centralisée d'oléagineux ou de jatropha, ou suppose un bon réseau d'approvisionnement.

Comme expliqué dans le chapitre 2, les biodiesels sont obtenus par modification chimique des huiles végétales qui sont trans-esterifiées en réagissant avec de l'alcool. Aujourd'hui seule la production de biodiesel à partir de méthanol (ester méthanolique) fonctionne à l'échelle industrielle. Le problème c'est qu'il n'existe pas de production de méthanol au Burkina Faso et dans les pays limitrophes. Le développement de ce type d'unités imposerait donc d'en importer de grandes quantités, ce qui rendrait la filière très peu rentable (exemple du projet Mali biocarburant à Koulikouro).

De nombreuses compagnies travaillent sur le développement de réacteurs de production de biodiesel à partir d'éthanol, ce qui serait intéressant pour le Burkina Faso qui possède déjà une unité de production de cet alcool à partir de canne à sucre (SN-SOSUCO/SOPAL à Banfora).

Pour le développement d'unités de production de biodiesel nous recommandons donc d'attendre 5 à 10 ans que ces procédés à partir d'éthanol soient opérationnels et aient montré leur faisabilité à l'échelle industrielle.

Comme nous le verrons dans le prochain chapitre, il y a également besoin de moderniser la distillerie de Banfora pour produire de l'alcool suffisamment sec ($>99,9\%$) pour pouvoir être utilisé comme réactif pour la production de biodiesel.

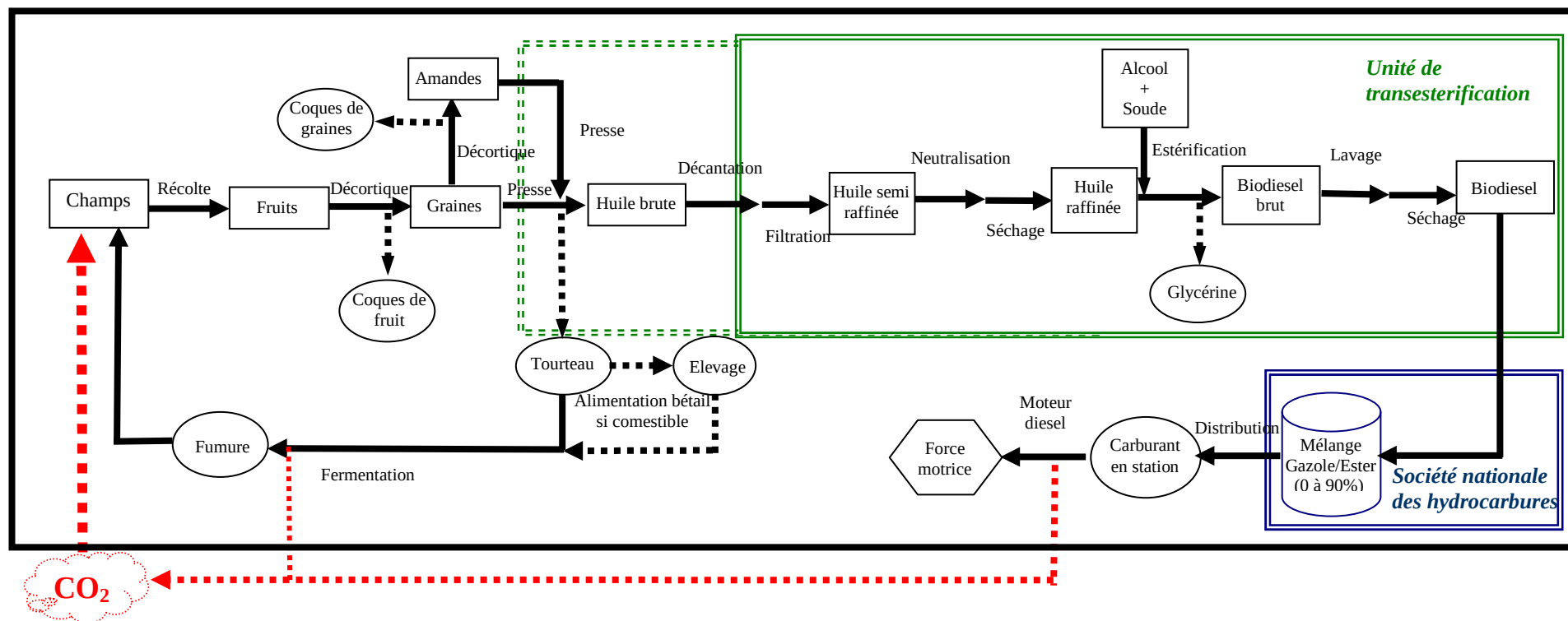


Figure 23: Chemin technique du Scénario 3.1 : biodiesel (ester) pour transport

5.3.2 Scénario 3.2 : éthanol pour transport

Pour diminuer les quantités de produits pétroliers importés, on peut également envisager une substitution jusqu'à 10% de l'essence par de l'éthanol (politique mise en place dans beaucoup de pays au monde : France, Allemagne, USA, Italie, Costa Rica ...).

Cette option suppose également la mise en place d'unités industrielles de production d'éthanol avec une capacité de production minimum annuelle de 60 000 tonnes pour être rentable, ce qui suppose une production centralisée de matières premières ou un bon réseau d'approvisionnement.

La production d'éthanol est obtenue par fermentation aérobie de jus sucré extrait de biomasse sucriers ou riche en amidon (cf chapitre 2). Une étape de distillation pour extraire l'éthanol de l'eau est ensuite nécessaire. L'éthanol biocarburant doit nécessairement être très sec (distillé à plus de 99,9%). Cette étape requiert énormément de chaleur, ce qui diminue le rendement énergétique de la production. La canne à sucre et le sorgho sucrier présentent l'avantage de donner de bons rendements en sucre, mais également de générer de grandes quantités de déchets (tiges broyées et lavées de leurs sucres) qui sont brûlées en chaudières pour fournir de la chaleur pour la distillation de l'alcool mais également de l'électricité (via une turbine à vapeur) pour alimenter toute l'usine. Seules ces deux plantes peuvent être rentablement recommandées pour la production de bioéthanol.

Aujourd'hui, les unités de production de sucre modernes arrivent à produire en moyenne cinq fois plus d'électricité que ce dont elles ont besoin. Ce surplus d'électricité, d'origine biomasse, est en général revendu sur le réseau national ou un réseau décentralisé.

Les plantes céréalières telles que le maïs, le sorgho, le mil et les tubercules comme la pomme de terre et le manioc, sont des plantes amylacées renfermant des sucres sous forme d'amidon. Une étape d'hydrolyse, réalisée par voie enzymatique, permet de les transformer en éthanol.

Au Burkina, plusieurs types de produits contiennent de l'amidon en particulier le sorgho, le mil et le maïs (respectivement 1 300, 900 et 500 KT par an en moyenne pour la période 2000-2004). Cependant, ces récoltes sont dédiées à l'alimentation et les utiliser comme matières premières pour l'éthanol est peu recommandable. La canne à sucre est la matière première la plus envisageable, sur la base du développement de nouvelles cultures.

Actuellement, on peut identifier des potentialités de développement de la filière éthanol au Burkina Faso, mais aucun projet n'a été mis en œuvre ou n'est envisagé dans le court terme.

Le Burkina Faso possède une longue expérience en matière de production d'éthanol à base de mélasse issue de la canne à sucre dans la région de Banfora. De même, le pays possède une expérience unique dans la sous-région pour l'utilisation de l'éthanol comme énergie de cuisson avec le développement de cuisinières « Lafya », vulgarisées dans la zone sud pays dans les années 1980-1990. Malheureusement, cette expérience a dû être arrêtée suite à certains abus d'alcool trafiqué à des fins de boisson et à des problèmes de rentabilité et d'acceptabilité par les utilisateurs.

A l'heure actuelle, l'éthanol produit par la SOPAL est réservé au domaine médical pour 90% de la production, les 10% restant étant de l'éthanol industriel.

A noter, le coût de la production d'éthanol médicinal à 96% se situe autour de 425 FCFA/l, pour une revente à 550 FCFA/l ; et la production d'éthanol industriel à 93% coûte 150 à 200 FCFA le litre.

Une relance de la filière éthanol est théoriquement possible. Les capacités de l'usine Sopal pourraient permettre de doubler la production d'éthanol actuelle. Elle produit en effet 1 500 m³ par an pour une capacité de production de 3 000 m³. Les causes principales de la faible production sont liées aux problèmes techniques (maintenance) et à un approvisionnement insuffisant en mélasse. Ce manque vient du faible rendement en mélasse de l'usine sucrière qui la fournit, la SOSUCO, ceci d'autant plus qu'une partie de celle-ci est vendue à fort prix en tant que complément pour le bétail.

Ainsi, la canne à sucre semble être la matière la plus abordable pour la production d'éthanol, sur la base de nouvelles cultures de canne. En 2005, la production totale de sucre a été de 25 000 tonnes sur 3 700 ha et 8 000 tonnes de mélasse. La plupart de celle-ci est utilisée pour la production d'éthanol médicinal à la SOPAL et le surplus est vendu en tant que complément pour animaux ou retourné dans les champs de canne.

Si les 5 000 ha de terrain supplémentaire que possède la SOSUCO étaient utilisés pour produire de l'éthanol, on pourrait estimer la production à 20 000 m³ par an avec un rendement estimé à 4 000 l/ha⁸⁵ (cf. chapitre 3). Cependant, pour assurer l'irrigation de ces terres et effectuer un travail rentable, ce projet nécessiterait un investissement de 5,3 milliards de FCFA. L'énergie nécessaire pour la conversion du jus de canne en éthanol pourrait provenir de la bagasse résiduelle.

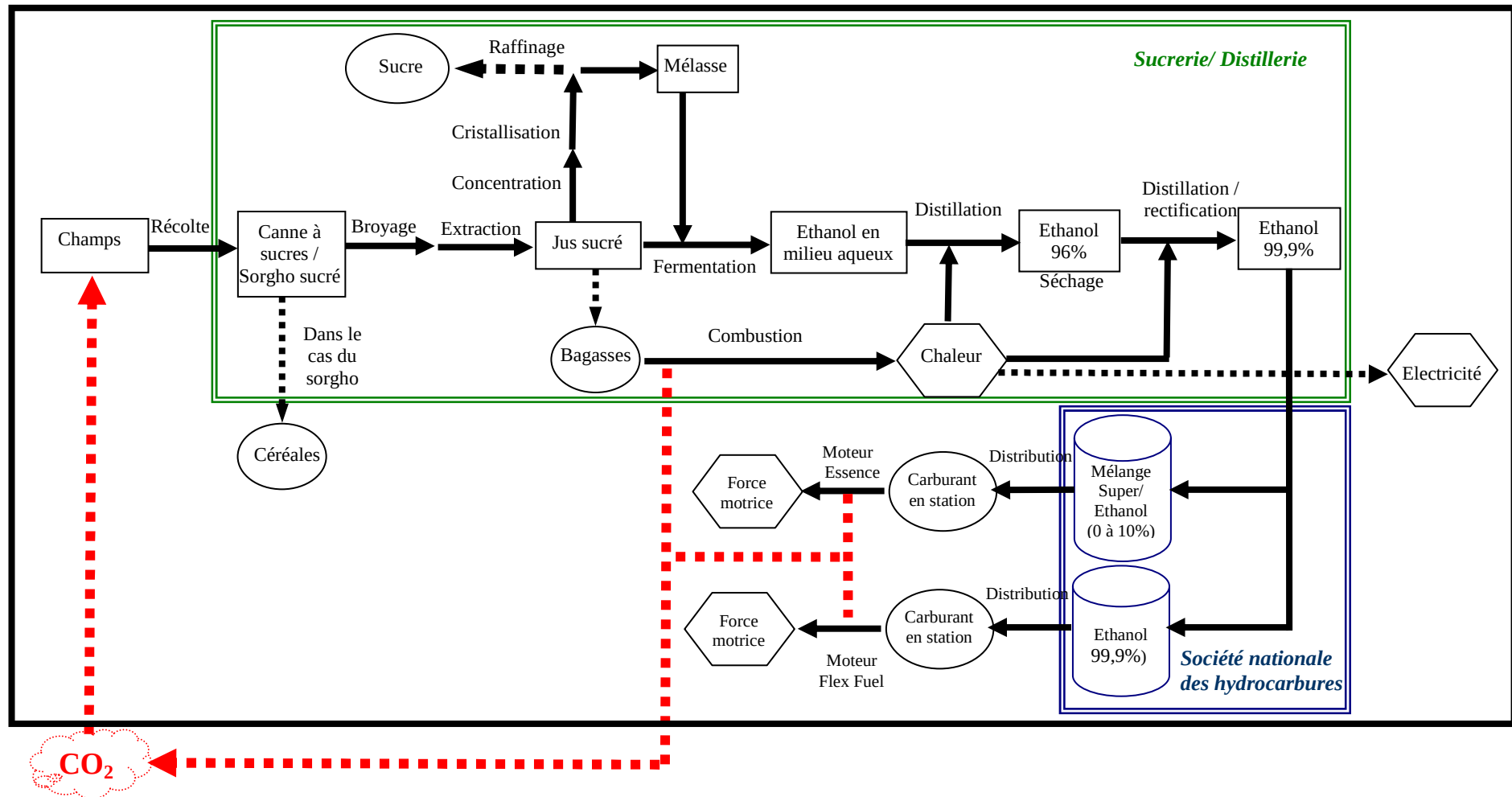
Une discussion pour utiliser l'éthanol en tant que supplément d'essence a eu lieu avec la compagnie pétrolière burkinabé Sonabhy mais jusqu'à présent sans résultat concret pour des raisons non communiquées. L'éthanol produit actuellement par la SOPAL est sec à 96-98 % et donc pas assez déshydraté pour pouvoir être facilement incorporé dans l'essence. Des problèmes de séparation de phases lors du stockage ou dans les réservoirs des moteurs sont à craindre même à des mélanges de 5 à 10%. Dans l'optique d'une production de bioéthanol carburant, des adaptations de l'unité de distillation sont à envisager pour pouvoir produire un carburant sec à 99%.

Les deux unités (sucrière et distillerie) sont anciennes et peu efficaces avec de faibles rendements, si bien que leurs productions ne sont pas compétitives sur le marché régional.

La décision politique de pouvoir incorporer de l'éthanol dans le super, pourrait être un bon moyen de redynamiser la filière canne à sucre à Banfora et de développer de nouvelles plantations (canne et sorgho sucrier) dans l'ensemble du pays. Cependant, pour pouvoir produire du bioéthanol de qualité, très sec et avec de bons rendements, il serait utopique de vouloir moderniser les équipements existants ; il faut nécessairement investir dans l'implantation d'une nouvelle unité.

⁸⁵ Etude sur le développement de la filière « Ethanol/Gel fuel » comme énergie de cuisson dans l'espace UEMOA. Mars 2007.

Figure 24: technique du Scénario 3.2 : biomasses sucrières pour la production d'éthanol pour moteur essence



Que ce soit pour la production de biodiesel à partir de plantes oléagineuses ou d'éthanol à partir de plantes sucrières, il est fort probable que la mise en place d'unités industrielles entraîne l'installation de plantations industrielles pour sécuriser tout ou partie des approvisionnements, avec les contraintes qui y sont associées.

Avantages	Contraintes
- Réduction du coût/prix des transports - Impact positif sur le secteur des transports - Amélioration de la balance commerciale - Possibilité d'export - Impact positif sur les émissions de gaz à effet de serre (accès MDP) - Limitation des émissions de SO₂	- Investissements importants (procédés industriels) - Saut technologique (biodiesel éthanologique) - Mobilisation de ressources foncières/ hydriques - Compétition avec l'alimentation selon la matière première (effet foncier) - Réduction des recettes budgétaires (TIPP/TVA) - Exigence de l'approvisionnement - Besoin de normalisation du produit - Risque de compétition entre usage national et exportation

Tableau 23 : Avantages et contraintes du Scénario 3 : production biodiesel ou éthanol pour transport

Les superficies à mobiliser selon le type de plante pour ce scénario sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Ethanol	Canne à sucre	Manioc	Pomme d'anacarde	Sorgho sucrier
Productivité m³ éthanol par ha	4 à 6	1.78 à 3	0.15 à 0.18	0.6 à 1.12 ⁸⁶
Consommation essence 2007 : 210 855 m³				
10% éthanol (ha)	5 300 à 8 000	10 000 à 18 000	170 000 à 220 000	30 000 à 55 000
% superficie arable ou irrigable du Burkina	2 à 4 % des terres irrigables	4 à 8 % des terres irrigables	2 à 3 % des terres arables	0.3 à 1% des terres arables

Le Scénario 3 : biocarburant pour le transport permettrait de diminuer de façon importante la facture pétrolière du Burkina Faso (surtout en gasoil substituable à 100%) puisque 60% des produits pétroliers importés sont destinés au transport ; et ainsi contribuerait au désenclavement du pays. Cependant il doit nécessairement être conçu à une échelle industrielle : unités de transformation de plusieurs dizaines ou centaines de milliers de tonnes ; capacité d'approvisionnement agricole élevées.

Le système de production à développer impliquerait donc la mobilisation de ressources foncières et hydriques (cas de la canne à sucre par exemple) qui pourrait se faire au détriment des systèmes de production paysans et exposerait cette filière à l'augmentation des risques de conflits fonciers.

Ce scénario nécessite des investissements conséquents et une organisation de filière importante pour assurer un approvisionnement régulier en matières premières. De plus, il suppose de réglementer la normalisation des produits et expose au risque que les producteurs privilégient l'exportation à l'usage national. En outre, les externalités négatives sur l'environnement qu'il risque d'engendrer (déforestation, usure des sols...) limitent fortement son intérêt immédiat pour le pays. Il paraît peu envisageable à court terme.

⁸⁶ Estimation pour du sorgho sucrier produit en pluvial

6. Faisabilité, risques et impacts des biocarburants au Burkina Faso

Cette étude a permis d'identifier les opportunités de développement des biocarburants au Burkina Faso. Le choix méthodologique fait a été de présenter le potentiel de développement des filières biocarburant sous forme de scénarii. Plusieurs incertitudes sont associées à ces scénarii (connaissances agronomiques sur les plantes, cadre législatif à construire, variabilité des prix du pétrole et des produits substitués aux biocarburants...) et aucun projet n'est actuellement au stade de la production, il paraîtrait donc bien hasardeux dans cette approche générale de produire du référentiel technico-économique sur ces options.

Dans ce dernier chapitre, nous avons fait le choix de discuter les conditions de rentabilité de la production des biocarburants, d'identifier les différents types de risques et d'impacts associés aux options proposées (et en particulier le risque de compétition avec la production alimentaire), de jeter les bases d'une stratégie de mise en œuvre dans le temps et d'une quantification de ces options ainsi que de faire quelques recommandations de mesures politiques non exhaustives qui conditionnent la faisabilité des filières biocarburant dans le contexte du Burkina Faso.

6.1. Rentabilité et coût d'opportunité des biocarburants

Plus que pour d'autres produits agricoles, l'intérêt de produire des agro-carburants au Burkina Faso est contingent du comportement simultanée de plusieurs marchés.

En tant que produit énergétique substitut, avec les mêmes coûts de production et à politique fiscale inchangée, la rentabilité du biocarburant sera élevée si le pétrole est cher et le sera beaucoup moins si le prix du pétrole diminue. Or contre toute attente, le prix du pétrole est en train d'amorcer une chute vertigineuse. Ayant dépassé les 145 US\$ le baril en juin-juillet dernier après une longue et assez régulière ascension depuis la fin de l'année 2001, il est actuellement à 42 US\$ (en date du 10 décembre 2008). Il est prévu que la production mondiale de pétrole décroisse à un rythme de plus en plus élevé (que ce soit pour le pétrole "conventionnel" et facile à extraire ou pour le pétrole dont les conditions d'extraction sont difficiles, très coûteuses, techniquement risquées et aléatoires) et que l'évolution sur longue période soit une augmentation constante des prix à mesure de la rareté croissante du pétrole. Cependant, les spécialistes annoncent des variations de prix en « tôle ondulée » au cours des prochaines années, notamment liées à divers facteurs économiques (récession) et climatiques (hivers doux) qui peuvent retarder l'urgence de trouver des produits substitués et influencer leur rentabilité.

Un autre marché qui conditionne l'intérêt de produire des biocarburants, pour ce qui concerne les huiles végétales brutes ou estérifiées et le biodiesel, est celui des huiles alimentaires comme nous l'avons vu dans le chapitre 3. Actuellement le prix des huiles alimentaires est particulièrement élevé dans le monde, en Afrique de l'Ouest et au Burkina Faso ; et tant que ce prix sera élevé, les coûts d'opportunité de la production de biocarburants à partir des plantes oléagineuses qui peuvent se positionner sur les deux marchés (alimentaire et énergétique), seront prohibitifs et devraient normalement dissuader la production énergétique. Ceci est à pondérer par les habitudes culturelles et les comportements alimentaires qui font que certains oléagineux sont peu utilisés traditionnellement pour la consommation. Cependant, les prix de l'huile devraient rester soutenus en Afrique de l'Ouest les prochaines années car la production de graines oléagineuses qui a énormément augmenté depuis le début des années 1990 (+69% dans les pays de la CEDEAO entre

1990 et 2005⁸⁷, +200% au Burkina Faso) est en train de plafonner (+12% pour la production d'huile de palme, -7% pour la production d'huile d'arachide et -19% pour la production d'huile de coton entre 2001 et 2007). Les importations d'huile de palme sont en forte augmentation dans les pays de la CEDEAO et les prix des huiles ont quasiment doublé entre 2005 et début 2008: passage de 410 à 890 US\$/mt pour l'huile de palme, de 530 à 1100 US\$/mt pour l'huile de soja, de 600 à 1100 US\$/mt pour l'huile de coco et de 1100 à 1500 US\$/mt pour l'huile d'arachide⁸⁸. Le Burkina Faso n'échappe pas à cette évolution puisque l'huile de palme importée, l'huile de coton, le beurre de karité et l'huile d'arachide font partie des 7 produits parmi 320 produits observés sur le marché de Ouagadougou dont les prix de détail ont le plus augmenté depuis début 2007 (INSD). Or envisager d'augmenter la production des filières oléagineuses en Afrique de l'Ouest suppose de lever plusieurs contraintes : stagnation de la productivité, fragilité de certaines huileries (dépendance d'une seule graine ou d'un seul fournisseur), filières à consolider, faiblesse de l'organisation régionale, moyens limités de la recherche... Jadis plus important exportateur d'oléagineux, l'Afrique n'arrive pas à subvenir à ses besoins actuels. Même si la tendance actuelle à la hausse des prix devrait favoriser les investissements dans le secteur, il est probable que la priorité sera donnée à l'usage alimentaire.

Les marchés des produits pétroliers et des huiles alimentaires ne sont pas les seuls à conditionner la rentabilité et l'opportunité de produire des biocarburants au Burkina Faso. Le comportement de certains marchés internationaux comme celui de la fibre de coton ou des produits cosmétiques à base d'oléagineux comme le beurre de karité ou l'huile de neem dont le pays est producteur, sont à prendre en compte. Dans le cas de la fibre de coton, le faible prix actuel pour le paysan du fait d'un marché international dépressif et de la crise des filières cotonnières, devrait réduire à terme les superficies affectées au coton en Afrique de l'Ouest et donc les quantités de graines affectables à la production d'huile. On peut imaginer cependant que l'introduction de coton OGM au Burkina Faso, puisse modifier la donne dans les prochaines années. Certains acteurs de la filière estiment en effet que les consommateurs vont être réticents pour consommer de l'huile de coton transgénique et que de grandes quantités d'huiles non utilisées à des fins alimentaires puissent donner lieu à la production de biocarburant. Pour le karité et le neem, le problème est inverse. Du fait d'une forte demande pour une industrie à forte valeur ajoutée, les prix des produits de première transformation comme l'huile et le beurre sont très élevés et la production de biocarburant n'est pas compétitive avec ces usages.

Enfin dernier marché qui génère des coûts importants pour la production de biocarburants au Burkina Faso, c'est celui des semences des plantes énergétiques. Le coût d'opportunité des semences de jatropha est actuellement prohibitif pour la production d'huile végétale. En situation de forte croissance des superficies consacrées à cette plante en Afrique de l'Ouest et en particulier au Burkina Faso, les graines de jatropha qui arrivent à maturité sont immédiatement orientées vers le marché de la semence (un kg de semences pourrait s'y vendre jusqu'à 2000 Fcfa contre un prix « traditionnel » de 50Fcfa le kg de graines pour la production de biocarburant) plutôt que vers celui de la production de biocarburant. Cependant, le prix de la graine de jatropha devrait diminuer avec l'arrivée à maturité des plantations. Ce qui ne devrait pas être le cas pour la semence d'oléagineux comme le tournesol qui elle devrait rester difficile d'accès pour les producteurs agricoles. En effet, le coût de production élevé des semences hybrides ne facilite pas la diffusion des plantes oléagineuses pour la production de biocarburants.

On voit donc que la rentabilité de la production de biocarburants est très dépendante de l'évolution de plusieurs marchés pour la plupart très fluctuants. Elle est aussi conditionnée par de meilleures

⁸⁷ + 310% pour le sésame, +260% pour le soja, +230% pour l'arachide, + 180% pour le coton, +150% pour l'équivalent palmiste, +110% pour la noix de coco.

⁸⁸ Données d'après communication d'Hubert Omont à la Conférence biocarburant 2007.

connaissances sur le comportement des plantes et par l'appui que l'Etat fournira à l'émergence des différentes filières, il est donc à la fois difficile et prématuré de dépasser le stade de l'analyse qualitative qui vient d'être faite et les ordres de grandeur que nous avons donnés dans les différents chapitres. Les résultats des projets qui ont démarré, dont aucun pour l'instant n'a atteint le stade de la production commerciale, devraient donner des informations précieuses à ce sujet.

6.2. Crédits carbone et biocarburants : contexte et opportunités

Alors que le fonctionnement des marchés agro-alimentaires est plutôt défavorable actuellement au développement des filières biocarburants, il est un marché qui représente une opportunité pour certaines formes de production et d'utilisation des biocarburants qui est celui des marchés du carbone.

Les activités rurales peuvent jouer un rôle dans l'atténuation du changement climatique, en limitant la croissance des gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère, par exemple à travers des activités de production de biocarburant ou par la séquestration de carbone dans les écosystèmes. Ainsi, ces activités peuvent rentrer dans le cadre des marchés du carbone et donner lieu à l'obtention de crédits carbone pour le porteur de projet, c'est-à-dire des revenus supplémentaires dans le cadre de sa participation à la lutte contre les changements climatiques.

6.2.1. Les marchés carbone

Lorsque l'on parle de projet biocarburant dans les marchés du carbone, il faut distinguer deux catégories de projet :

- la séquestration du carbone par la reforestation dans le cadre d'activités d'agroforesterie,
- la substitution de combustibles énergétiques fossiles par les biocarburants ou les huiles végétales.

6.2.1.1 Marché obligatoire

Pour lutter contre le phénomène planétaire que constitue le changement climatique, le Protocole de Kyoto a prévu trois mécanismes de marché, dont le Mécanisme de Développement Propre (MDP) qui touche directement aux relations Nord/Sud. Il permet aux porteurs de projet d'acquérir des crédits carbone certifiés (CER) en investissant dans des projets de réduction ou d'évitement des émissions de gaz à effet de serre (GES) dans des pays en développement. Le but du MDP est de contribuer au développement durable des pays du Sud, tout en permettant aux pays du Nord de respecter leurs engagements de quotas chiffrés. Pour le développeur de projet, les bénéfices d'un projet MDP sont d'abord économiques, avec entre autres la vente des crédits carbone qui représentent une source additionnelle de revenus pour le projet. Mécanisme d'adaptation aux changements climatiques pour les pays du Sud, le MDP a été créé dans le but de stimuler leur développement grâce au transfert de technologie propre, aux avantages découlant du développement communautaire et au renforcement de l'investissement du secteur privé.

6.2.1.2 Marché volontaire

Parallèlement à la mise en œuvre du protocole de Kyoto, un nombre croissant d'entreprises, de particuliers et d'acteurs publics s'engagent dans des démarches volontaires de compensation des

GES qu'ils émettent. Ce marché de la compensation volontaire se développe rapidement car il permet de financer des projets non soumis au cadre méthodologique de « Kyoto » par la revente des crédits carbone vérifiés (VER). Les projets volontaires sont souvent de taille plus petite et touchent parfois des domaines innovants de par leur taille et leurs bénéficiaires notamment (foyers améliorés, kits biogaz familiaux...), ceci explique d'ailleurs leur rapidité de développement. La quantité de crédits carbone qui y sont échangés, double en moyenne chaque année depuis 2004. Toutefois, le marché volontaire reste bien plus petit que le marché Kyoto en termes de volume échangé et la valeur marchande des VER reste bien moins élevée que pour les CER. Ils possèdent néanmoins une valeur marketing non négligeable en supportant très souvent des projets à fort composante sociale.

6.2.1.3 Les marchés du carbone en Afrique

En 2008, l'Afrique ne représente que 2,75% des projets MDP enregistrés au monde. Les pays les moins avancés rencontrent de nombreuses difficultés pour prendre part à ce marché (d'une valeur de plus de 40 billions d'euros en 2007⁸⁹ et avec plus de 3 000 projets), et pour tirer partie de ce mécanisme d'adaptation aux changements climatiques. Les projets forestiers- projets à priori les plus accessibles dans les Pays Moins Avancés africains- ne représentent que 1% de l'ensemble des projets Kyoto et les projets d'énergies renouvelables, ne représentent que 7%.

Le développement du marché du MDP n'a pas encore été bien engagé sur le continent africain de par la complexité des procédures MDP, le manque de données méthodologiques, le faible niveau d'industrialisation, la pénurie de personnel technique qualifié et formé à ces mécanismes, les difficultés institutionnelles et les ressources financières limitées. Ainsi, toutes les préoccupations liées à l'applicabilité du MDP pour les projets africains ainsi que les incertitudes sur les négociations et le scénario post 2012 entraînent un regain d'intérêt envers le marché volontaire et les sources d'opportunités qu'il ouvre pour les développeurs de projets en Afrique.

En réalité, le marché volontaire apporte une réponse satisfaisante aux barrières à l'investissement, à la petitesse de la taille des projets à réductions de gaz à effet de serre, et à la réalisation du transfert de technologies propres. Ce marché semble d'autant plus être adapté au marché africain qu'aujourd'hui, les projets de compensation volontaire concernent le plus souvent le secteur forestier (36%) et celui des énergies renouvelables (33%).

Toutefois, le flou des règles méthodologiques et la faible traçabilité des crédits carbone ont fait naître sur le marché volontaire, des projets de qualité très médiocre et ne procurant pas toujours une information transparente et sécurisée à l'acheteur. Il en résulte une troublante hétérogénéité des prix. Néanmoins, plusieurs mesures correctrices comme l'élaboration de différents labels de qualité et de démarches de bonne conduite, devraient permettre de progresser vers une meilleure standardisation des produits et l'émergence d'un véritable marché prometteur pour le continent africain. A ce jour, les projets africains restent en marge avec 6% des volumes de VER générés, mais intéressent de plus en plus les investisseurs qui recherchent des projets à forte composante développement durable.

⁸⁹ The World Bank, State and trends of the Carbon Market 2008, Washington D.C., May 2008, <http://siteresources.worldbank.org/NEWS/Resources/State&Trendsformatted06May10pm.pdf>

6.2.2 Les obstacles et opportunités pour accomplir le cycle de projet

Les étapes communes aux projets de réduction de GES, et nécessaires pour accomplir le cycle de projet, ne seront pas présentées, pour se concentrer uniquement sur les spécificités liées aux projets biocarburants.

6.2.2.1 Critères d'éligibilité des projets biocarburant

Un projet crédit carbone doit réduire ou séquestrer des émissions de GES anthropiques par rapport à un scénario de référence reflétant la situation économique, environnementale technologique et réglementaire actuelle. De nombreuses autres conditions sont à remplir nécessairement dans le cadre général du MDP⁹⁰, tout comme le fait que le projet ne doit pas être financé par des fonds publics. Pour les projets biocarburants auxquels nous nous intéressons, des critères spécifiques ont été développés.

Dans le cadre de projets d'agroforesterie, le projet doit respecter plusieurs critères d'éligibilité indispensables :

- L'ensemble des zones de plantation doivent avoir été déterminées et indiquées par GPS avant le début du projet, ou alors le recours au MDP programmatique⁹¹ est vivement conseillé,
- La plantation doit correspondre - dans ses dimensionnements - à la définition nationale de la forêt (au Burkina les projets d'agroforesterie à base de Jatropha devraient être éligibles),
- Les activités d'agroforesterie ne doivent pas rentrer en compétition avec des cultures alimentaires,
- Les plantations doivent se situer sur des terres dégradées et non forestées depuis le 31 décembre 1989.

Dans le cadre de projets de substitution de combustible fossile par des biocarburants, les règles d'éligibilité sont assez complexes pour les porteurs de projet :

- ils doivent démontrer que la consommation de biocarburant dans le pays hôte peut être suivie et que le produit ne sera pas exporté ;
- ils doivent justifier dans leur méthodologie qu'ils ont évité le double comptage des réductions d'émissions revendiquées par le producteur et le consommateur de biocarburants, en déterminant la quantité de combustible de référence qui serait consommée en l'absence de l'activité de projet ;
- les projets doivent prendre en compte les incertitudes liées aux émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) résultant des opérations agricoles nécessaires à la production du biocarburant ;
- ils doivent garantir que les cultures commerciales destinées aux biocarburants n'entraînent pas d'impacts négatifs sur la production alimentaire et la sécurité alimentaire.

⁹⁰, Fonds Français pour l'Environnement Mondial, Mission Interministérielle de l'Effet de Serre, Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie, **Guide des mécanismes de projet prévus par le protocole de Kyoto Changement climatique**, TOME B, 2^e édition, 2004, France, http://www.missioneco.org/rescomsites/ressources/b_fr_guide_mdp_bd.pdf

⁹¹ Le MDP Programmatique est un programme d'activités qui permet de réduire les émissions à travers des activités de projets menés dans plusieurs sites, suite à une mesure gouvernementale ou une initiative du privé.

Ces critères excluent d'office les projets à dimension industrielle d'exportation des graines ou des huiles et obligent les opérateurs à effectuer des études d'impact environnemental, social et économique. Les projets à grande échelle de substitution de combustible fossile par des huiles alimentaires ne seront très certainement jamais pris en compte (ni même à petite échelle ou en compensation volontaire) compte tenu des enjeux liés à la compétition alimentaire.

Ainsi, on considère que les potentialités nationales en matière d'agroforesterie sont concentrées sur le Jatropha (seule filière de développement locale qui peut être considérée comme une forêt au niveau national), et qu'en matière de substitution on peut considérer en premier lieu la graine de Jatropha et de coton (non exhaustif), si on arrive à démontrer la non compétitivité des utilisations alimentaires et énergétiques.

6.2.3 Acteurs clés concernés

Dans le cadre du MDP, le gouvernement du pays hôte doit donner son approbation pour le projet proposé. Le Burkina a mis en place son cadre institutionnel au travers de l'Autorité Nationale Désignée (AND), le SP/CONEDD, et se dit apte à étudier et valider les projets potentiels dans un délai de 15 jours, même si certains outils nécessaires à la validation de certains projets manquent toujours. Aucune approbation de note d'idée de projet (PIN) n'a été effectuée à l'heure actuelle, et les compétences techniques sur les MDP restent limitées à l'AND, bien que ses membres ne soient pas encore tous formés sur le sujet. Etape importante, l'AND est en cours d'élaboration de la définition de la notion de forêt qui pourrait comporter l'inclusion des activités d'agroforesterie⁹². Les activités liées au développement des biocarburants devraient être acceptés car conformes aux critères nationaux de développement durable. La validation nationale ne devrait donc pas poser problème mais nécessite certainement un délai d'attente assez long. Au niveau de la validation par les Nations Unies, un délai d'un ou deux ans est nécessaire pour obtenir l'enregistrement

D'autre part, un certificateur indépendant doit intervenir pour valider le projet et vérifier les émissions évitées ou séquestrées. Dans le cadre des projets forestiers, quatre opérateurs peuvent valider le projet mais un seul opérateur a été accrédité pour la vérification et la certification. Ainsi, les délais d'attente peuvent être très longs, en particulier sur le continent africain, où ces entités ne disposent que de très peu de moyens. Dans le domaine des énergies renouvelables, les opérateurs de certification sont plus nombreux⁹³. Selon les porteurs de projet, il est possible d'attendre jusqu'à 6 mois pour obtenir un certificateur.

Dans le cadre de la compensation volontaire, il n'y a aucune obligation de consulter l'AND ou de recourir aux certificateurs accrédités par les Nations Unies. Les labels disposent de leurs propres certificateurs, à priori plus disponibles, ce qui permet de gagner en temps mais pas nécessairement en exigences.

⁹² Au Burkina, la définition proposée-en attente de validation par le MECV- définit la forêt de la façon suivante : une terre d'une superficie d'au minimum 0,5ha, dont le houppier (ou peuplement équivalent) couvre plus de 30% de la surface et dont les arbres peuvent atteindre une hauteur abattable minimale de 2 mètres.

⁹³ UNFCCC, 2008, List of DOEs, <http://cdm.unfccc.int/DOE/list/index.html>

6.2.4 Etat des lieux au Burkina Faso

Au Burkina Faso, les projets de biocarburants soulèvent un certain nombre de questions litigieuses. On peut citer notamment l'utilisation des huiles à des fins non alimentaires ainsi que l'exportation de biocarburants - vers des pays développés ayant des objectifs de conformité dans le cadre du Protocole de Kyoto - remplaçant l'utilisation locale. Que ce soit au travers des méthodologies MDP ou des labels de compensation volontaires, les enregistrements de ces projets dans le cadre des marchés carbone permettraient de verrouiller ces questions et d'assurer la transparence des projets et leur caractère développement durable.

L'ensemble des porteurs de projet rencontrés au Burkina s'intéresse à la question des crédits carbones et à leur double valorisation, mais aucune démarche n'a encore été accomplie depuis le stade de la réflexion. Beaucoup d'acteurs sont persuadés que le financement carbone est un outil susceptible de stimuler le développement de ce secteur. Les projets MDP sont de plus en plus connus de ces acteurs, pour qui les opportunités de la compensation volontaire restent encore très floues et mal définies.

Concrètement, au niveau des filières de substitution possibles au Burkina, le coton offre un certain nombre d'opportunités. Cependant, ses potentialités ont été anéanties en 2008. Les porteurs de projets MDP biocarburants (SN Sitec, STAB...) ont revu leurs projets à cause des problèmes d'approvisionnement en graines et de l'augmentation du prix de la graine. Ces porteurs de projet souhaitent d'abord assurer l'approvisionnement des populations en huiles alimentaires et ont remis leurs projets à plus tard.

Ainsi, les porteurs de projet les plus avancés sont aujourd'hui dans la filière Jatropha (Aprojer, Larlé Naaba Tigré...) et y voient un avenir prometteur. En conséquence, il semblerait que le plus fort potentiel au niveau des biocarburants au Burkina Faso se situe sur cette plante et sa transformation en huile. Ces projets présentent donc de vraies opportunités en termes de potentialités d'obtention de crédits carbones.

Toutefois, les prévisions en matière de rentabilité sont encore inconnues. Outre les fluctuations des marchés carbones et les incertitudes relatives aux questions méthodologiques, il est aujourd'hui difficile pour les porteurs de projets biocarburants au Burkina Faso de prévoir les rendements de leur plantation et le potentiel de développement de plantations au niveau industriel, sachant que les plantations sont encore souvent trop récentes dans le pays et n'ont pas encore livré de graines en nombre suffisant. De plus, les estimations de crédits carbones à retirer des projets d'agroforesterie sont encore approximatives compte tenu de l'absence d'outils et de données actuellement disponibles sur la séquestration des GES par le Jatropha Curcas et le stockage du carbone selon les strates géographiques. Les problèmes liés à l'éligibilité des terres et au régime du foncier restent encore à verrouiller.

La rencontre des porteurs de projets et les visites de terrain ont démontré qu'il faut rester prudent, voire sceptique sur le développement à court terme de projets MDP dans les biocarburants. Les risques d'échec sont encore élevés et les expériences n'ont pas encore démontré la possible utilisation des crédits carbone issus de projets biocarburants dans les MDP. De plus, seule une analyse financière et technique poussée des projets proposés permettra de déterminer le marché adapté.

A court terme, la compensation volontaire pourrait offrir les solutions adaptées aux obstacles énoncés, mais doit aussi réussir à se baser sur une méthodologie transparente, en agroforesterie ou en substitution, pour rester crédible. Dans le contexte du Burkina, celle-ci pourrait concerner les

projets forestiers à petite échelle, à dimension communautaire, et dont l'huile serait destinée à la consommation locale en zone rurale décentralisée.

Ainsi, les projets trop petits (< 60 000 TéquCO₂/an) et qui ne correspondent pas à des méthodologies approuvées par les Nations-Unies déjà existantes seront difficilement inscriptibles au MDP sans appui technique ou financier des bailleurs, car non rentables de par les coûts de transaction associés. De plus, la longueur des procédures (2 à 3 ans pour obtenir les crédits carbone) et la nécessaire intervention des Etats rendent le processus complexe et lourd pour les petits porteurs de projet qui demandent un investissement par les crédits carbones dès leur stade de développement. La compensation volontaire est une réponse à ces préoccupations même si les gains attendus sont à priori moindres. Toutefois, considérant la flexibilité de ce marché et des acteurs, il s'agit de négocier au mieux avec les intermédiaires et de ne pas négliger l'aspect labellisation qui permettra de fiabiliser, sécuriser et rentabiliser au mieux le projet en prenant en compte les bénéfices socio-économiques.

6.3. Production de biocarburant et risque pour la sécurité alimentaire

La principale critique faite aux biocarburants est celle de potentiellement venir en concurrence avec la production alimentaire. Cette compétition se fait par plusieurs mécanismes : détournement d'une plante alimentaire vers un usage énergétique (cas du soja, de l'arachide ou du tournesol) ou affectation de facteurs de production à une production énergétique (cas du jatropha ou de la canne à sucre par exemple). Ces mécanismes opèrent à plusieurs échelles de temps et d'espace : réduction de la production alimentaire des exploitations familiales au bénéfice de cultures énergétiques, fragilisation du revenu de l'exploitant avant l'arrivée à maturité de plantes pérennes à biocarburant, impact du jatropha sur la productivité des cultures vivrières en systèmes associés, captation des facteurs de production à l'échelle locale ou régionale (terres, ressources pastorales, eau, main d'œuvre...), réduction de la superficie nationale disponible pour assurer la sécurité alimentaire des générations futures...

Le risque d'insécurité alimentaire pouvait paraître limité en situation de mise en valeur d'espaces incultes avec du jatropha. Mais l'identification des projets existants au Burkina Faso dans le chapitre 4 montre bien qu'aucun entrepreneur n'a souhaité s'installer en zone sahélienne, considérant que les rendements seraient affaiblis par le manque et l'irrégularité des pluies. En dehors d'un cadre de production à vocation sociale (ONG, associations...) ou d'une forte volonté d'aménagement territorial des zones défavorisées de la part de l'Etat qui doit être assortie d'une incitation à produire dans ces zones peu fertiles ; comme pour toutes les plantes, la production de jatropha sera plus performante dans d'autres zones du pays où elle entre en concurrence avec d'autres cultures. La concurrence paraît atténuée dans les systèmes en haies vives ou en association avec des plantes alimentaires mais les interactions entre cultures associées sont mal connues et il n'est pas sûr que le jatropha ne porte pas préjudice aux cultures alimentaires. Ainsi, cette plante à usage non alimentaire, surtout si elle est produite à grande échelle et en employant des techniques d'irrigation pour maximiser les rendements, entre en compétition avec les cultures vivrières en matière d'usage des sols (et potentiellement de l'eau) dans les zones fertiles comme les grandes régions céréalières.

Notre analyse dans le chapitre 5 a montré que contrairement aux idées courantes, les autres plantes oléagineuses (alimentaires) présentent l'avantage de pouvoir permettre aux producteurs agricoles de rechercher les meilleures opportunités de marché en ciblant selon leur choix soit le marché alimentaire soit le marché énergétique en fonction des prix relatifs sur ces deux marchés, si le marché énergétique visé est suffisamment souple pour s'adapter à des variations de l'offre du

produit (cas de la production d'électricité). Finalement, contrairement aux oléagineux non alimentaires comme le jatropha, ce type de plantes permet de s'affranchir de certains risques (variation de prix, pas de temps long du retour sur investissement, spécialisation et dépendance...) et présentent l'avantage non négligeable d'une valorisation de leurs tourteaux pour l'alimentation animale. Cependant, le problème de la compétition en termes d'usage des sols entre plantes énergétiques et plantes alimentaires, qu'il faudra produire en plus grandes quantités, reste entier. Mis à part le coton, dont l'huile est le sous-produit d'une filière existante, les plantations d'oléagineux destinés aux biocarburants en zones irriguées, qu'elles soient alimentaires ou pas, sont problématiques dans ce pays où l'agriculture vivrière connaît de nombreuses difficultés.

6.4. Les risques et impacts transversaux liés aux modes de production

Plusieurs risques et impacts possibles du développement d'une production de biocarburants dans les conditions du Burkina Faso sont dépendants du scénario choisi. Mais certains risques sont transversaux à ces scénarii. Ce sont par exemple les risques liés à l'absence de cadre juridique incitatif ou bien plus généralement l'absence d'environnement économique et institutionnel sécurisé autour des processus productifs que suppose le développement des filières biocarburants (accès au crédit, accès aux intrants, accès aux marchés, accès à l'information et à la formation...). On peut ranger dans cette catégorie, les risques et impacts associés aux modes de production (sur terres communales, modes paysans, agro-industrie).

Les modes de production vont largement déterminer les impacts sur le foncier, que ce soit en termes de déforestation ou de compétition sur des terres agricoles fertiles ou sur les ressources pastorales. Ces modes de production, ainsi que les modes de contractualisation entre acteurs des filières, auront aussi une forte influence sur les impacts socio-économiques et en termes de participation et de renforcement des capacités du monde rural.

Le chapitre 4 a montré que trois modes de production sont envisagés dans les projets rencontrés au Burkina : (i) un mode de production sur des terres communales (Boni, Vivre au Village) ; (ii) un mode de production paysan (Agritech Faso, Aprojer, Vivre au Village, Tii palga...); un mode de production agro-industriel (Pezold, AgroEd...).

Le mode de production sur terres communales (possible pour les 3 scénarii) peut générer de l'emploi parmi les populations rurales (plantation/récolte) et avoir un impact sur le revenu communal dans le cas où la prise de décision démocratique fonctionne bien : la destination des terres communales doit correspondre à la volonté des villageois.

Dans le cas du mode de production paysan (possible également pour les 3 scénarii mais plus facilement envisageable pour les scénarii 1 et 2), en situation de surface d'exploitation réduite, les paysans nécessitent un retour sur investissement rapide et peuvent difficilement se permettre l'immobilisation de terres pendant 3 ans (cas du jatropha), une prise de risque sur des cultures inconnues et se lancer dans une production limitée au marché des biocarburants (cas du jatropha). Ce sont plutôt les paysans qui disposent de surfaces plus importantes qui peuvent consacrer une partie de leurs terres pour de nouvelles cultures avec pour objectif une diversification de leurs revenus. Ils adoptent alors un mode de production en plein champ. Dans le cas du jatropha, l'immobilisation de terres est compensée les deux premières années par des plantations annuelles intercalées aux plants encore petits.

Pour certains paysans, un point de blocage peut être lié à leur statut de migrants (quelles possibilités de mettre en place des cultures pérennes pour les producteurs sans droit foncier permanent ?)⁹⁴.

Les effets en termes de renforcement du monde rural par l'organisation de groupements de producteurs et de coopératives de transformation, dépendront eux des modes de coordination qui se mettront en place au sein des filières biocarburant. On peut supposer qu'ils seront plus importants dans le cas de relations contractualisées entre coopératives de producteurs et transformateurs que dans le cas de contrats individuels... On peut imaginer la mise en place d'un modèle emprunté à l'exemple du coton avec mise en place d'un dispositif d'accompagnement des systèmes de production paysans : conseil agricole, approvisionnement en intrants, organisation de la collecte, appui aux organisations de producteurs, prix garantie et ristournes...

Dans le cas du mode de production agro-industriel, propre aux scénarii 2 et 3, l'objectif est de maximiser la productivité : terres fertiles, éventuellement irriguées, concurrence sécurité alimentaire et ressource en eau. L'impact sur le foncier et la déforestation, que l'on constate par exemple en Malaisie ou en Indonésie avec le développement des plantations de palmier à huile au détriment de la forêt primaire, peut constituer un risque, dans des scénarii de développement de grandes cultures. Il se pourrait que ce soit déjà le cas dans la zone Sud (Ziro, Sissili...) où de nouveaux « agrobusinessmen » déforestent de grandes superficies pour y installer des plantations de jatropha.

6.5. Les autres risques et impacts sociaux

La filière courte de production locale d'huile végétale brute pour force motrice/électrification rurale (plate-forme multifonctionnelle) est celle qui présente le plus d'intérêt sur le plan social, notamment du fait de sa contribution à l'amélioration des conditions de vie des populations rurales. Ce scénario ne présente pas de difficulté particulière de mise en œuvre sur le plan technique (technologie mature et disponible, transport limité de biomasse...) et paraît adapté aux conditions sociales des populations rurales (faible mobilisation de foncier, investissement limité...).

Cependant, sa mise en œuvre comporte quelques risques dans le sens où elle suppose de lever des contraintes importantes liées à la capacité des acteurs à se prendre en charge et à développer une action communautaire à la fois pour la gestion des plantations d'oléagineux et des équipements de presse. L'enjeu est celui de l'organisation pérenne d'une filière associant la production de matière première et sa transformation pour une utilisation collective ou privée.

Si les impacts sociaux de la mise en place et de l'accès à des services énergétiques en zone rurale ne font pas de doute, un certain nombre de précautions sont à considérer pour permettre un développement durable de ce type de filière : des conditions de gestion durable des équipements et des installations ; des stratégies durables de développement de la culture de jatropha à l'échelle villageoise.

La gestion d'infrastructures communautaires a depuis longtemps fait l'objet d'un certain nombre de réserves quant à leur durabilité économique et à la capacité des groupements ou associations responsables d'en assurer l'entretien et l'amortissement. Le programme plates-formes multifonctionnelles est pour l'instant dans une phase pilote avec un suivi-accompagnement de proximité des groupements responsables des équipements que ce soit en matière de gestion financière que d'entretien et de maintenance. Ce suivi est prévu sur une durée de deux ans alors que

⁹⁴ Une analyse approfondie de la façon dont le coton et l'anacarde se sont historiquement implantés au Burkina Faso et dont les filières se sont organisées ainsi que du profil et des pratiques des premiers planteurs de jatropha au regard des situations socio-foncières pourrait permettre de faciliter l'implantation des plantes à biocarburants.

les premiers problèmes techniques risquent d'apparaître au-delà de cette période de suivi. La capitalisation des expériences similaires et/ou une réflexion sur des modes de gestion privés ou semi-privés sont à mener afin de prendre les mesures nécessaires à la durabilité des modes de gestion de ce type d'équipement...

Un autre danger porté par le jatropha, surtout en culture de plein champ, réside dans son caractère pérenne : « ce sont des vergers non comestibles ». Si le paysan ne trouve plus de débouchés ni d'usage incitatif il sera confronté à l'obligation d'arrachage qui, dans le cas du Jatropha Curcas, est pénible et coûteux. Des exemples d'abandon forcé des terres ont été observés sur des projets latino-américains.

L'impact social du scénario production d'huile végétale pour alimenter la Sonabel serait vraisemblablement plus important dans sa version production décentralisée que dans la version production centralisée. A partir de jatropha, ce scénario évite le risque de la compétition directe avec la sécurité alimentaire mais pas de la compétition indirecte en ce qui concerne la mobilisation des sols. Par contre ce scénario peut contribuer à inciter la diversification des productions vers d'autres oléagineux et d'autres débouchés agricoles.

Quelle que soit la matière première, les technologies simples utilisées dans ce scénario rendent à la fois la production et la transformation du produit encore accessibles aux communautés locales.

Le système de production à développer pour le scénario production centralisée d'éthanol ou de biodiesel pour les transports implique la mobilisation de ressources foncières et hydriques (cas de la canne à sucre par exemple) qui peut se faire au détriment des systèmes de production paysans et expose cette filière à l'augmentation des risques de conflits fonciers.

6.6. Les risques et impacts économiques

L'intérêt économique du scénario filière courte de production locale d'huile végétale brute pour force motrice/électrification rurale (plate-forme multifonctionnelle) est fortement lié à son aptitude à générer du développement local (intensification agricole, transformation agro-alimentaire, autres activités...) mais aussi contraint par la réussite du concept de plate-forme multifonctionnelle, qui pourrait fournir un débouché important à la production d'huile végétale dans le milieu rural mais qui n'a pas encore vraiment fait ses preuves dans le pays.

Sur le plan économique, l'intérêt pour ce scénario est aussi fortement conditionné par le rendement et la productivité des matières premières agricoles qu'il utilisera (jatropha, autres oléagineux en conditions Afrique de l'Ouest...) dont on a une mauvaise connaissance actuellement.

Avec du jatropha en cultures associées annuelles pendant les 2 premières années (quand la plante est petite), il présente l'avantage économique de ne pas obliger les paysans à attendre plusieurs années un retour sur investissement (semences, travail...). Les effets de synergie entre les plantes vivrières et le jatropha avancés par certains porteurs de projets sont cependant à démontrer au travers de réelles études agronomiques.

Le scénario production d'huile végétale pour alimenter la Sonabel présente l'intérêt économique non négligeable d'ouvrir un débouché immédiat aux dizaines de milliers d'ha de plantations de jatropha qui vont d'ici 1 ou 2 ans arriver sur le marché au Burkina Faso. Il offre l'opportunité de mettre très rapidement en place une filière biocarburant dont il faudrait d'ores et déjà étudier la faisabilité et l'organisation de la mise en œuvre concrète avec la Sonabhy/Sonabel.

A partir d'oléagineux autres que le jatropha, le principal avantage économique de ce scénario est sa capacité d'adaptation au fonctionnement des marchés. Il laisse la flexibilité au produit d'être commercialisé indifféremment sur le marché alimentaire ou sur le marché énergétique en fonction des prix bord champs ou de la graine triturée sans impacter sur la rentabilisation d'équipements sophistiqués puisque les technologies utilisées sont simples. Le seul risque de cette variabilité pourrait concerner un maillon d'intermédiaires dans la filière qui développeraient l'activité de collecter les huiles et les amener à la Sonhaby mais il est probable que la Sonabhy assure elle-même son approvisionnement. Dans le cas d'une centralisation au niveau de Sonabhy/Sonabel, cela permettrait d'avoir un projet de grande envergure donc plus facilement éligible et intéressant pour les MDP/crédit carbone

Au niveau macro-économique, ce scénario pourrait, s'il est bien mené, réduire le coût de l'électricité pour les ménages, les entreprises privées et les administrations ; réduire le montant des subventions de l'Etat au DDO et la facture pétrolière.

Concernant les biocarburants pour le transport, du point de vue micro-économique, ce scénario doit nécessairement être conçu à une échelle industrielle : unités de transformation de plusieurs dizaines ou centaines de milliers de tonnes ; capacités d'approvisionnement agricole élevées. Il suppose donc un investissement et une prise de risque associés importants, notamment liés à l'approvisionnement en matières premières.

Certains porteurs de projets à dimension agro-industrielle projettent d'estérifier les huiles végétales d'ici trois ans minimum, pour la production de carburant pour le transport (marché national ou export). Cependant, un certain nombre de contraintes techniques et économiques sont encore à résoudre pour que de tels projets puissent aboutir :

- L'estérification nécessite l'approvisionnement en alcool pour faire réagir avec l'huile. Les procédés industriels de par le monde fonctionnent à partir de méthanol, alcool issu des activités de raffinage du pétrole (sous-produit). L'approvisionnement en méthanol au Burkina Faso est donc à mettre en place, tout comme la fixation de son prix et de sa taxation. Sachant que cet alcool est très volatil et inflammable, les questions de transport et logistique sont à résoudre également.
- Pour contrecarrer ce souci, les industriels envisagent de travailler à partir d'éthanol anhydre ou à déshydrater issu de la Sopal à Banfora ou d'unités de distillation de la sous région. Cependant, l'estérification à partir d'éthanol (estérification éthanolique) est encore peu maîtrisée à l'échelle industrielle. Les catalyseurs et le process sont encore en voie de développement et des travaux de recherche au niveau national sont à développer pour optimiser les rendements de réaction et la qualité des produits.
- La rentabilité technico-économique d'une unité d'estérification n'est atteinte que pour des productions supérieures à 20 000 tonnes/an⁹⁵. Ainsi, au vue des projets coton en attente, il semble pour le moment irréaliste du point de vue économique de produire du biodiesel à court terme.

Du point de vue macro-économique, l'intérêt pour ce scénario permettrait au prorata des objectifs quantitatifs poursuivis de diminuer de façon importante la facture pétrolière du Burkina Faso (surtout en gasoil substituable à 100%) puisque 60% des produits pétroliers importés sont destinés au transport, à condition que le produit reste dans le pays (matière première et énergie produite).

Ce scénario pourrait aussi avoir des effets indirects importants sur le développement des activités économiques en contribuant au désenclavement du pays par le développement du transport (selon qu'il y ait simple substitution ou synergie avec une politique territoriale). En effet, le Burkina étant un pays enclavé, il apparaît peu probable qu'une filière bioéthanol pour l'exportation voit le jour sans qu'il y ait déjà un marché au niveau national.

⁹⁵ Voir chap. 2.2.1

6.7. Les risques environnementaux d'une production de biocarburants

Le fait de substituer l'utilisation d'hydrocarbures par un carburant « renouvelable », va permettre d'éviter l'émission de tonnes de CO₂ qui peuvent se monnayer sur le marché international du carbone (MDP ou marché volontaire). Au niveau strictement national, le relâchement de la contrainte sur les forêts lié à l'arrivée d'une nouvelle source énergétique en milieu rural est un atout très positif sur le plan écologique des formes décentralisées de production. Cependant la production de biocarburants présente aussi un certain nombre de risques environnementaux.

L'essentiel des projets de production de biocarburants au Burkina Faso concerne le jatropha. Le type de plantation est aussi diversifié que le nombre de projets, avec des essais en haies vives, en plein champs avec des écartements de 2 m sur 2 m jusqu'à 6 m sur 6 m, permettant également des cultures intercalées (coton, maïs, sorgho...). A l'heure actuelle, on connaît mal les impacts sociaux et économiques mais aussi environnementaux du développement de cette plante en grande culture. Cette plante supporte des sols dégradés et de faibles précipitations. Cependant, comme toute culture, des sols riches, un apport en fertilisants et pesticides, voire l'irrigation, permettent d'augmenter de façon significative les rendements mais limitant ainsi son impact sur le plan environnemental. Tout dépendra alors des itinéraires techniques utilisés et des modes de production, des modes agro-industriels avec itinéraires techniques plus intensifs auront des impacts environnementaux moins favorables...

Il est aujourd'hui reconnu à l'échelle mondiale que le bilan énergétique de la production de biocarburants est moins intéressant qu'annoncé. La production intensive de biocarburants nécessite une utilisation importante de carburant (tracteurs, moissonneuses ...) et d'engrais (à base de produits pétroliers)⁹⁶. La production de produits alimentaires constitue souvent un bien meilleur usage de l'agriculture que la production de carburants. Le bilan énergétique de leur production et la surface de terres cultivables à utiliser pour remplacer une partie seulement du pétrole utilisé, constituent des atteintes à l'environnement. La situation est certainement pire dans les régions tropicales plutôt que dans les pays du Nord. Celles-ci permettent un meilleur bilan énergétique à court terme (en utilisant beaucoup moins de produits chimiques pétroliers), mais les sols de ces régions sont fragiles et deviendraient rapidement stériles, sans compter les ravages de la déforestation.

Au Burkina Faso, l'usage des pesticides est indispensable pour lutter contre les criquets, termites ou mouches blanches, ce qui va développer la pollution des sols et des eaux souterraines. Enfin, dans le cas du jatropha, l'absence de toxicité pour les plantes et les sols d'une application répétée de tourteaux reste à démontrer.

Concernant la production d'éthanol à partir de la canne à sucre, il est à craindre un fort impact sur la diminution des ressources en eau pour d'autres activités (maraîchage...) à la fois au niveau de la culture de la matière première et de la transformation.

De nombreux porteurs de projets s'intéressent au sorgho sucré pour la production d'éthanol. Cependant tout comme pour le jatropha curcas, il n'existe pas de données agronomiques fiables sur la culture et le potentiel de cette plante. Les projets les plus fréquemment mentionnés viseraient deux récoltes par an, une en pluvial et l'autre en irrigué. Les problèmes d'accès aux intrants et aux ressources hydriques risquent d'être de même nature que pour la canne à sucre.

⁹⁶ Ceci ne concerne pas la filière coton où l'huile est un sous produit et donc le bilan environnemental plus positif.

6.8. Implications politiques des différents scénarii

La production et le marché des biocarburants au Burkina Faso, même dans le cas d'un usage exclusivement intérieur, ne sauraient s'auto-réguler sans intervention de l'Etat. Ceci pour plusieurs raisons liées au caractère à la fois substitut (des produits pétroliers) et concurrent (des produits alimentaires) de l'agro-carburant : l'Etat intervient déjà fortement sur le marché des produits énergétiques (taxation des produits pétroliers importés et incitation à la consommation d'électricité), les fortes interactions entre marché énergétique et marché alimentaire renvoient à la question régaliennne de la sécurité alimentaire des populations. Par ailleurs, l'échec des politiques de libéralisation initiées dans les années 1980 illustré par la crise alimentaire récente remet en question la capacité du seul marché à assurer l'autosuffisance alimentaire et plus largement le développement économique des pays du Sud.

Dans cette partie nous montrerons que chacun des scénarii/ options que pourrait choisir le pays en matière de développement des biocarburants n'est pas neutre pour les grands agrégats macro-économiques et suppose des niveaux d'engagement différents de la part de l'Etat. Ceci milite en faveur de la mise en place d'une stratégie claire et acceptée par les acteurs concernés.

6.8.1. Les effets en termes macro-économiques

Développer la consommation énergétique au Burkina Faso (moteur de développement économique) ou/et substituer une production nationale de biocarburants à des importations de produits pétroliers, va avoir des impacts sur la création et la répartition des revenus dans l'économie nationale. Ces impacts différeront en fonction des options technico-économiques qui seront développées. En effet, nous avons vu dans le chapitre 1 que les impacts macro-économiques des différents scénarii proposés sont très différents du fait, d'une part, du marché énergétique ciblé (création d'énergie nouvelle ou substitution à des sources d'énergie existantes) et donc de l'impact sur la balance commerciale ; d'autre part, de politiques fiscales différenciées selon la destination des produits énergétiques (forte taxation des produits pétroliers destinés au transport, forte subvention des produits pétroliers destinés à la production d'électricité) et donc de l'impact sur le budget de l'Etat.

Face à l'augmentation du prix des produits pétroliers, l'Etat augmente ses transferts et subventions au secteur énergétique (18 milliards Fcfa en 2006, 25 milliards Fcfa en 2007) qui représentent environ 3,5% de ses dépenses totales (et prêts nets) et 7% de ses dépenses courantes en 2006. L'ensemble des taxes prélevées sur les importations de produits pétroliers (estimées à 16 milliards Fcfa de droits et taxes de douane, 29 milliards Fcfa de taxes sur les produits pétroliers et 28 milliards Fcfa de TVA) représente une part conséquente, environ 20%, des recettes du budget de l'Etat. Toute stratégie de substitution de production de biocarburant aux importations énergétiques traditionnelles est donc supposée avoir un impact important sur les finances publiques qu'il s'agit d'envisager en fonction de différents types de scénarii (niveau de substitution, type de produit, politique fiscale biocarburant...).

Le contenu en importations de la valeur des produits pétroliers à la pompe ou départ Sonabel, tous produits confondus, est important (de l'ordre de 54% en 2008 = prix CAF dépôts côtiers / prix de vente final = 146 milliards Fcfa / 270 milliards Fcfa). Ce qui signifie, outre les revenus perçus par l'Etat (dont il faut déduire les transferts inverses), que la part de revenus engendrés dans l'économie burkinabé est faible (stockage, transport, commercialisation en gros ou au détail): de l'ordre de 26% du prix de vente final du produit dont il faut déduire les charges afférentes à cette création de revenus. La part des revenus locaux serait bien plus importante à partir d'une production nationale

de biocarburants (production agricole, transformation, transport intérieur...). Si l'idée est de substituer 10% de biocarburant au carburant actuel, on peut imaginer que l'impact en termes de réduction de revenus portera sur les activités d'importation, de stockage et de transport vers les grandes villes plutôt que sur celles de la Sonabhy et de la vente de détail.

Etant donné le contexte actuel de renchérissement généralisé et appelé à durer des importations (pas seulement du à l'augmentation du prix du pétrole mais aussi à la crise des prix des biens alimentaires) et de sollicitation du budget de l'Etat (notamment pour renflouer les caisses des sociétés cotonnières), une stratégie pertinente de développement des biocarburants au Burkina Faso pourrait mixer deux types d'objectifs à court terme : développer l'accès des zones rurales à l'énergie (électrification rurale, plates-formes multifonctionnelles...) et réduire la facture pétrolière.

Par ailleurs, le développement des biocarburants au Burkina Faso s'inscrit dans un paysage institutionnel particulier qui est celui de la réforme du secteur énergétique, notamment la privatisation de la Sonabel et l'ouverture du capital de la Sonabhy au secteur privé. L'ensemble de ces changements structurels pourrait permettre d'accroître l'offre d'énergie et de réduire l'incidence du choc pétrolier sur les finances publiques.

Fcfa/litre	Super 91	Pétrole	Gasoil	DDO	DDO Sonabel	Fuel Oil Sonabel
Prix CAF	272.81	300.46	288.36	290.81	324.18	264.18
Filière	147.32	137.30	148.48	122.58	102.48	100.32
Taxes	249.87	22.24	166.16	21.61	23.69	19.73
Subvention	0.00	0.00	0.00	0.00	-95.00	-177.00
prix pompe / autres clients	670.00	460.00	603.00	435.00	355.35	207.23

Tableau 24: Composition des structures de prix des hydrocarbures⁹⁷

Ainsi pour toute réduction d'importation de 1000 litres de Super 91 ou de Gasoil, l'Etat a un manque à gagner en termes de recettes fiscales de respectivement 250.000 Fcfa et 166.000 Fcfa. Par contre, pour toute réduction d'importation de 1000 l de DDO pour la production électrique ou de Fuel Oil, l'Etat économise en termes de sorties fiscales respectivement 95.000 Fcfa et 177.000 Fcfa. En situation de budget fortement contraint par le soutien des productions agricoles (relance des productions vivrières suite à la crise alimentaire et refinancement de la filière coton), il paraît évident que l'impact sur les finances publiques peut jouer un rôle important dans les décisions d'appui à la production de biocarburant.

6.8.2. Le besoin d'une stratégie et d'un cadre incitatif d'accompagnement

Dans aucun des pays où la production des biocarburants a atteint un certain niveau de maturité (pouvant aller jusqu'à l'exportation), le développement de ce secteur a été le résultat du seul jeu du marché libéralisé. Les Etats et les communautés d'Etat (Union européenne) ont joué un rôle régulateur par la mise en place d'un environnement institutionnel favorable au développement des filières biocarburant.

Du fait du caractère novateur de cette source d'énergie, de ses effets trans-sectoriels, des risques inhérents à son développement (sur les plans social et environnemental en particulier), des enjeux économiques auxquels elle est associée (création de valeur ajoutée, effets induits en matière de

⁹⁷ Source : Arrêté n° 08.002/ MCPEA/SG/DGC du 10 janvier 2008

développement local, réduction de la facture énergétique...), l'action publique trouve toute sa légitimité d'intervention dans le cadre d'un partenariat avec le secteur privé.

Les propositions technico-économiques faites dans le chapitre 5 supposent un fort soutien de l'Etat sous des formes sensiblement différentes selon la nature de scénarii.

Le scénario 1 de développement de filières courtes pour générer des formes de développement économique local liées à un meilleur accès à l'énergie des populations rurales, suppose de développer l'accès des paysans au crédit rural pour pouvoir investir dans la production de plantes à biocarburant, dans la fabrication d'huile végétale et dans le développement d'activités qui valorisent les productions agricoles. L'Etat doit favoriser le développement ou le renforcement des activités de micro-finance pour faciliter l'accès des paysans et des petites entreprises qui se créeront à cette occasion au crédit rural. L'impulsion pour de nouveaux marchés énergétiques suppose la participation conjointe des acteurs privés et publics.

Dans le cas d'une organisation de la production décentralisée de plantes à biocarburant calquée sur le mode de gestion de la filière coton (valable pour les **scénarii 1 et 2**), le rôle de l'Etat est attendu en matière de conseil agricole et de participation à la négociation interprofessionnelle pour la fixation des prix de la matière première.

Le scénario 2 dans sa version production centralisée et **le scénario 3** supposent que l'Etat Burkinabé alloue de grandes superficies de terres à la production de plantes à biocarburants sans que cette attribution porte préjudice à la production alimentaire des générations présentes et futures et à condition que cette allocation fournisse suffisamment d'emplois aux jeunes ruraux. On peut imaginer également que l'Etat contribue à la réalisation de ces scénarii par la mise en place d'infrastructures publiques pour le transport et le stockage des biocarburants.

Le **scénario 3** en particulier ne pourra s'implanter que s'il y a une réelle volonté politique de prendre cette orientation, qui coûterait beaucoup de sacrifices à l'Etat en termes de manque à gagner pour son budget (taxes sur les importations de produits pétroliers), exprimée dans un cadre réglementaire adéquat. Ce scénario suppose d'autoriser l'incorporation d'éthanol dans le super (0 à 10%), de normaliser la qualité des produits, éventuellement de libéraliser le commerce des carburants sur le plan national mais aussi de réglementer les exportations afin de limiter le risque que les producteurs privilégient l'exportation à l'usage national. Par ailleurs, la mise en œuvre de cette option nécessite un appui financier à la modernisation des plantations et des unités de transformation. Elle nécessite aussi la mise en place de garde-fous pour les droits fonciers locaux (et notamment sur les terres pastorales) pour s'assurer que les groupes les plus vulnérables conservent leurs terres.

Dans tous les cas, quel que soient les scénarii envisagés par l'Etat et le secteur privé burkinabé, le chapitre 3 a montré un fort besoin de recherche sur les plantes à biocarburant et leur adaptation en conditions soudano-sahélienne. Il revient à l'Etat de faire en sorte que la recherche agronomique dispose des moyens de produire ces connaissances indispensables.

6.8.3. Etat des lieux d'une « politique biocarburants » au Burkina Faso

Face à ces besoins d'intervention de la part de l'Etat, quelle est la situation actuelle au Burkina Faso ? Plusieurs éléments sont à mettre à l'actif des prémisses d'une politique des biocarburants : la signature d'accords ou de conventions-cadres entre le ministère de l'Agriculture et des opérateurs privés, la rédaction d'un projet de cadre réglementaire par le ministère du Commerce et la

constitution récente d'un comité interministériel à l'initiative du ministère de l'Energie. L'ensemble montre clairement que se pose la question du pilotage d'une politique d'appui aux biocarburants.

La matérialisation des premières initiatives de partenariat public-privé réside dans des conventions-cadres passées entre l'Etat et les investisseurs privés. Cependant, d'une part ces conventions ou accords apparaissent très généraux (droits et obligations de chacun...), d'autre part, il est assez difficile d'en connaître avec précision le contenu (principales rubriques, termes du contrat...). Les services de l'Etat auraient signé des conventions-cadres avec plusieurs investisseurs potentiels (Agritech Faso, Soprial, Indiens pour la canne à sucre, Alaria, AgroEd, Canadiens, Italiens...). Le partage des responsabilités entre services ministériels concernant les autorisations d'implantation des entreprises privées n'est pas très clair. Plusieurs interlocuteurs nous ont orientés vers la Direction Générale des Productions Végétales du ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques avec qui sont passées ces conventions-cadres. La Direction de la Promotion des Filières Végétales a minimisé les conventions-cadres passées avec des investisseurs potentiels, les reléguant au statut de simples déclarations d'intention sans qu'il soit possible d'avoir accès à un modèle ou à un exemple. Certains projets devanceraient sur le terrain les concertations avec le ministère et des accords seraient même directement passés entre entreprises et paysans.

L'élaboration d'un document-cadre est à la réflexion au sein ministère du Commerce, de la Promotion de l'Entreprise et de l'Artisanat qui a commandité une étude pour l'élaboration d'un projet de cadre réglementaire pour la production et la commercialisation de biocarburants au Burkina Faso. Le rapport définitif, rédigé par DIEPARE Ingénieurs Conseil, date de Juin 2007 (69p).

Les auteurs de ce rapport justifient le soutien à la promotion des biocarburants et préconisent des mesures susceptibles d'assurer cette promotion et le développement des produits. Cependant leurs conclusions sont fortement orientées vers la production de biocarburant à partir de la graine de coton. Quatre raisons sont avancées pour soutenir cette production à l'échelon national : le pays a ratifié la Convention Cadre des Nations-Unis sur les changements climatiques (1993) et le protocole de Kyoto (2005) ; les biocarburants constituent un atout important pour la solution énergétique ; les biocarburants représentent un soutien à l'agriculture, principalement à la culture de coton, et à la diversification des cultures ; la production de biocarburants reste tributaire de coûts élevés et nécessite donc un soutien public (dégrèvements fiscaux, avantages particuliers, protection douanière...).

La production de biocarburants à partir de la graine de coton est conforme à la stratégie de l'Etat de développer les opportunités industrielles valorisant mieux la production de fibre et de graine de coton pour améliorer la rentabilité du secteur, notamment par la mise en place d'une filière industrielle complète. La production de 720.000 t de coton-graine de la campagne 2005/06 a donné 350.000 t de graines. La capacité de trituration des huileries installées est de 225.000 t de graines (SN Citec 125.000 t, Jossira 30.000 t, Sofib 50.000 t, tritrateurs artisanaux 50.000 t) correspondant à environ 31.000 t d'huile de coton. Les 125.000 t de graines non triturées représentent potentiellement 21.000 t d'huile transformables en biocarburant équivalentes à 12% des importations de gazole du pays. Cette transformation aurait aussi pour avantage de soutenir le développement de l'élevage par la mise à disposition de co-produits pour nourrir le bétail.

L'étude propose un certain nombre de mesures publiques pour soutenir le développement des biocarburants :

- forte réduction voire suppression de la fiscalité intérieure sur les produits commercialisés, les équipements et autres intrants nécessaires à l'introduction, à la diversification et au développement des cultures énergétiques nouvelles autres que le coton (tournesol, sorgho sucré, pourghère...) pendant 5 ans.

- délivrance d'agréments aux unités de production de biocarburants selon le code des investissements à condition qu'elles contribuent au développement et à la diversification des cultures oléagineuses et qu'elles respectent les normes techniques et qualitatives édictées par le Gouvernement (...).
- fixation par le Gouvernement des objectifs d'incorporation en pourcentage des biocarburants dans les carburants traditionnels progressifs dans le temps et obligation de les respecter pour les distributeurs.
- attribution par l'Etat d'un monopole de droit à la Sonabhy pour la collecte, l'achat, le stockage, l'incorporation des produits biocarburants et l'approvisionnement des distributeurs. Ceci permettrait de garantir des débouchés aux carburants produits sur le territoire national par toutes les unités qui viendraient s'installer dans le pays (une commission multipartite fixerait cependant le prix de cession des produits), de sécuriser et de réaliser dans de bonnes conditions les incorporations de biocarburants dans le gazole ou l'essence avant de livrer les carburants aux différents distributeurs.
- calquer l'organisation de la distribution et de la commercialisation des produits biocarburants sur celle des produits pétroliers (licence ou agrément des distributeurs, textes réglementaires).
- réglementation de la structure des prix des biocarburants par une commission compétente.
- exonération de la taxe sur les produits pétroliers aux biocarburants (en principe non applicable aux produits issus de la transformation de produits de l'agriculture ou de l'élevage).
- exonération de la TVA sur tous les circuits du produit biocarburant (production et vente à la Sonabhy, revente aux marketers, vente au consommateur final). L'objectif est d'éviter toute rémanence de la taxe aux fins de ne pas modifier le prix du gazole ou de l'essence à la pompe pour le consommateur.

Cette réflexion est la plus achevée qu'il nous ait été donné de connaître en la matière et les propositions faites sont de nature à constituer les principaux éléments d'un cadre incitatif et réglementaire pour la production et la commercialisation des biocarburants au Burkina Faso. Cependant l'orientation coton mérite réflexion étant donné le contexte récent, d'une part, de diminution de la production de graines de coton lié à la baisse du prix international du coton, d'autre part, de renchérissement et de raréfaction de l'huile pour l'alimentation humaine. Par ailleurs, la construction d'un argumentaire politique reposant sur une bonne connaissance du potentiel biocarburant du pays était insuffisante quand le texte a été rédigé pour asseoir les bases de l'action publique.

La prise d'initiatives de deux ministères différents sans véritable coordination renvoie à la question du leadership ministériel concernant le pilotage du développement des biocarburants dans le pays et à celle des modalités de travail entre ministères sur la question. La spécificité des biocarburants, production énergétique à partir d'une matière première agricole pouvant avoir des effets au niveau de l'environnement et des grands équilibres macro-économiques du pays, donne à la fois la légitimité et la responsabilité de ce secteur à plusieurs porte-feuilles ministériels : agriculture, énergie, environnement, commerce, économie et finances...

Actuellement, il n'existe pas de collaboration et d'approche commune entre les ministères de l'Environnement, de l'Agriculture, de l'Energie et du Commerce. Il conviendrait d'organiser un cadre de concertation ainsi que de pouvoir clarifier la position et le rôle de chaque ministère. Par exemple, le ministère du Commerce n'a joué aucun rôle dans la négociation avec les projets jatropha soutenus par des acteurs privés au Burkina Faso alors que le développement industriel du pays est concerné.

Alors que pour certains interlocuteurs, les ministères de l'Agriculture et de l'Environnement devraient être les chevilles-ouvrières de la politique biocarburant, c'est le ministère de l'Energie qui

a pris l'initiative de la création d'un comité interministériel sur les biocarburants (dont il assure la présidence). Cette proposition a été examinée en conseil des ministres et fait l'objet d'un arrêté interministériel. Le comité interministériel comprend plusieurs commissions spécialisées : recherche, production végétale, partenaires au développement, cadre législatif.

Il apparaît ainsi nettement lors des entretiens avec les acteurs institutionnels, que l'Etat burkinabé n'a pas encore de stratégie de développement affirmée des filières biocarburant. Il n'existe pas de politique publique (dans le sens d'action politique) concernant les biocarburants⁹⁸. Cela impose au secteur public, au moins au niveau national, de définir un cadre institutionnel juridique et fiscal, qui permette de faire jouer la complémentarité des acteurs publics et privés à plusieurs échelles de temps afin de favoriser la réalisation des investissements nécessaires (créer les conditions nécessaires à l'implication sur le long terme du secteur privé indispensable au développement de ces filières). Ce cadre doit fixer les enjeux et définir les priorités nationales : sécurité alimentaire, sécurité énergétique, revenus locaux, afin de garantir l'équité envers les populations rurales mais aussi le cas échéant, un accès durable aux marchés.

Le devenir du développement des biocarburants dépendra de la volonté politique de l'Etat à soutenir et organiser ce sous-secteur à la fois dans sa politique énergétique et dans ses politiques agricole et environnementale. Les défis concernent certes la réduction de la facture pétrolière mais aussi la gestion durable des ressources naturelles et le maintien de la capacité des systèmes de production à répondre à la demande des produits agricoles. Une volonté politique forte est d'autant plus indispensable que promouvoir les énergies renouvelables et la lutte contre la pauvreté est un domaine dans lequel l'investissement du secteur privé ne trouvera pas d'intérêt. Produire des biocarburants en soutenant les besoins des populations concernées suppose une intervention publique en matière d'incitation et d'orientation en recherche-développement, investissement, fiscalité, infrastructures.

La question des biocarburants doit être prise en charge et mise en cohérence avec les autres objectifs des politiques agricoles portant sur la sécurité alimentaire, l'accroissement durable des productions et la réduction de la pauvreté. Le recours aux biocarburants pour résoudre le déficit énergétique du fait de ses implications agricoles, environnementales, sociales et économiques nécessite une approche plus globale dans le cadre de politiques de promotion des bioénergies et de protection de l'environnement.

6.9. Stratégie et évaluation des différents scénarii

Il s'agit ici de proposer une stratégie de mise en œuvre de la production de biocarburants au Burkina Faso en tenant compte de l'intérêt et des difficultés associés aux différentes options présentées qui peuvent être mobilisées plus ou moins rapidement et de façon complémentaire puisqu'elles s'adressent à des marchés différents. Nous ferons ensuite une rapide évaluation des différents scénarii en termes d'effets sur la balance commerciale, le budget de l'Etat et les emplois.

6.9.1. Stratégie globale

Il ressort de l'analyse des risques et des impacts possibles associés aux différents scénarii dans le chapitre 5, l'intérêt immédiat que pourrait représenter pour le pays **le scénario 2** (production décentralisée d'huile végétale en substitution du gasoil et du DDO pour la production d'électricité

⁹⁸ On note l'absence de textes relatifs aux cadres législatifs et de documents de politique dans la majorité des Etats membres de la CEDEAO, hormis peut-être le Sénégal qui a son ministère dédié, alors même que les initiatives privées d'investissement pour les biocarburants se multiplient sur le terrain.

par les centrales thermiques). En effet, la mise en œuvre dans le scénario 2 paraît crédible : simple et flexible, il permettrait d'assurer un marché pour les producteurs déjà engagés dans la production d'oléagineux, et présente un véritable intérêt pour tous les acteurs de la filière. Ce scénario peut être mis en œuvre assez rapidement et comporte des marges d'expansion importantes (jusqu'à 90% de substitution des produits pétroliers utilisés dans les centrales thermiques).

Le scénario 1 (production décentralisée d'huile végétale pour force motrice et électrification des zones rurales) est dépendant des capacités locales, d'une part, à générer de l'activité économique ou du bien-être à partir de cette nouvelle source d'énergie, d'autre part, à organiser la filière locale de production (culture et transformation des biomasses oléagineuses) et d'utilisation de l'huile végétale. Cette double contrainte économique et organisationnelle suppose de prendre le temps de lever certains verrous.

Le scénario 3 (production centralisée de biodiesel ou d'éthanol en substitution de gasoil et d'essence pour le transport) suppose un saut technologique important et présente un certain nombre de risques (compétition foncière entre cultures énergétiques et cultures alimentaires, compétition entre usage national et exportation...) qu'il est possible de maîtriser à l'aide d'un cadre réglementaire qui pour l'instant n'est pas opérationnel dans le pays.

Ainsi une stratégie pertinente que pourrait adopter le pays, dont la faisabilité reste à préciser et qui est illustré dans le graphique suivant, serait de mettre en œuvre à court terme le scénario 2 et de réunir quelques conditions liminaires avant de s'orienter vers des scénarii de type 1 et 3 : se doter de règles qui visent à encadrer le développement équitable des biocarburants dans le pays (notamment autour d'un partage des rôles entre Etat, collectivités décentralisées et secteur privé), approfondir la recherche agronomique sur le comportement des plantes à biocarburant dans la zone soudano-sahélienne (jatropha mais aussi tournesol, soja, sorgho sucré), mener des actions collectives pilotes en matière d'organisation de filières courtes biocarburant connectées à des plateformes multifonctionnelles...

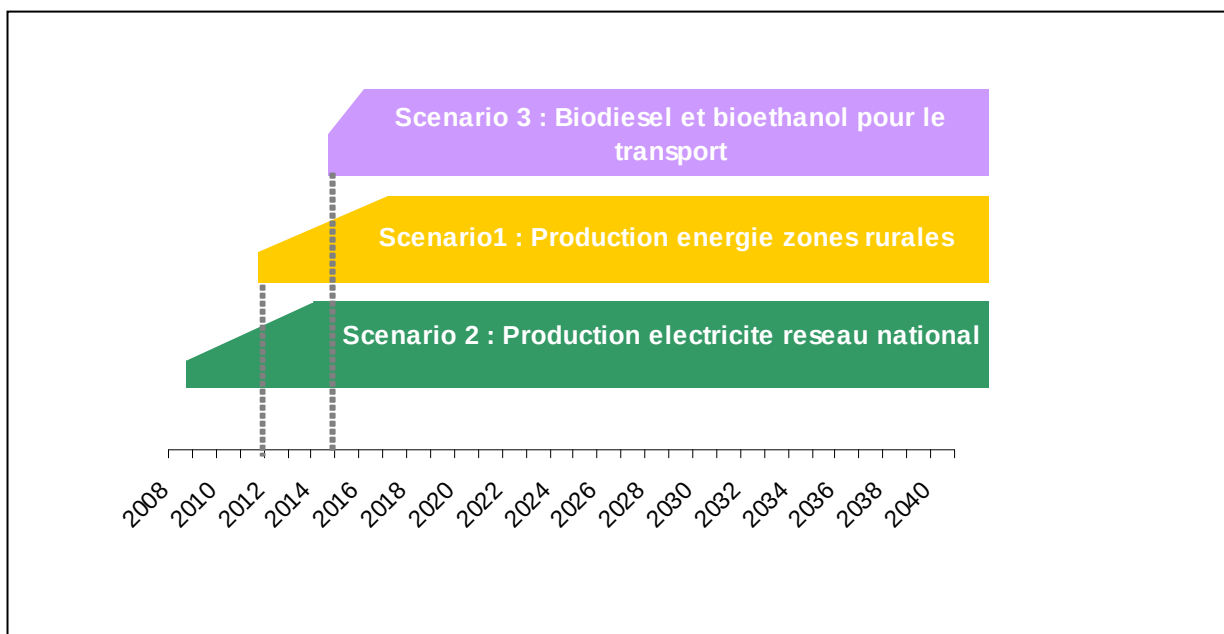


Figure 25: Planning de mise en œuvre des scénarii proposés

Le développement du scénario 2 dans un premier temps permettrait aux producteurs de se familiariser avec les plantations énergétiques d'oléagineux. La Sonabel, via la Sonabhy devrait être en mesure de racheter tout type d'huile végétale produite à un prix négocié en dessous du prix des huiles alimentaires. On peut supposer qu'assez rapidement les producteurs vont s'orienter vers la production de plantes oléagineuses annuelles, plus rentables à court et long termes, plus rapide à pousser et surtout offrant un tourteau pouvant être utilisé pour alimenter le bétail. Plutôt que de produire une huile de jatropha dont le seul marché est celui de l'énergie (et du savon mais très vite saturé), les paysans vont certainement faire le choix de produire des huiles qui pourront être vendues soit sur le marché de l'alimentaire soit sur le marché des biocarburants.

Selon cette vision, le développement du scénario 2 se concilie très bien et pourrait même être une condition préalable au scénario 1. Ce dernier en effet se développera plus facilement quand les plantations autour des plateformes auront atteint une taille suffisamment grande et quand les producteurs auront acquis de l'expérience en termes de culture et de technique d'extraction. On peut penser que les huiles produites pour être revendues à la Sonabhy/Sonabel, vont être pressées au moyen de presses mobiles qui vont venir dans les localités pour presser les biomasses. Rapidement les producteurs pourraient préférer conserver une partie de leur production d'huile pour l'utiliser dans leur moteurs de motopompes, moulin ou plateforme multifonctionnelle, plutôt que de vendre toute la production et de devoir ensuite acheter du gasoil ou du DDO.

La mise en œuvre de ces deux scénarii avec deux ou trois années de décalage permettrait également de prendre le temps de réunir les conditions de la faisabilité technico-économique du scénario 3 qui viendrait, lui, soutenir la réduction conséquente de la facture pétrolière à l'horizon 2015.

6.9.2. Evaluation quantitative et qualitative des différents scénarios

En supposant que les scénarii proposés soient mis en œuvre et atteignent rapidement les objectifs proposés en terme de gain de marchés, il est possible d'estimer l'impact que ceux-ci peuvent avoir sur des agrégats macro-économiques tels que les soldes de la balance commerciale et du budget de l'Etat (sans calcul d'actualisation). De façon plus qualitative, les effets de ces options sur l'emploi sont à considérer dans un contexte d'arrivée sur le marché du travail de cohortes importantes d'actifs que l'agriculture traditionnelle, les activités rurales non agricoles et les débouchés urbains ne pourront pas toutes absorber.

Scénario	Marché (1)	Objectif de substitution	Impact balance commerciale (2) (4)	Impact budget de l'Etat (3) (4)	Emplois générés
1. filière courte, production locale d'huile végétale brute pour force motrice/ électrification rurale (plateforme multifonctionnelle)	Importation Gasoil pour les plates-formes multifonctionnelles = 5140 Tep / an Il s'agit ici d'un marché potentiel	50% objectifs PTF = 2570 Tep	Réduction déficit 0,8 M Fcfa	Perte taxes 0,5 M Fcfa	Nombreux emplois en milieu rural (production agricole, pressage de l'huile, activités locales)

2. Production d'huile végétale pour alimenter la Sonabel	Importation Gasoil (part production d'électricité) + DDO (part production d'électricité) + Fuel Oil = 135.697 Tep / an	30% du marché = 40.709 Tep	Réduction déficit 12,9 M Fcfa	Perte taxes 0,9 M Fcfa Gain subvention 6,3 M Fcfa	Nombreux emplois à l'échelle nationale (production agricole, pressage et traitement de l'huile, stockage et distribution du produit)
3.1. Production centralisée d'éthanol pour les transports	Importation d'essence = 156.615 Tep / an	10% du marché = 15.662 Tep	Réduction déficit 5,5 M Fcfa	Perte taxes 4,6 M Fcfa	Impact moins intéressant en termes d'emploi
3.2. Production centralisée de biodiesel pour les transports	Importation de Gasoil pour le transport = 158.827 Tep / an	30% du marché = 47.648 Tep	Réduction déficit 15,1 M Fcfa	Perte taxes 8,7 M Fcfa	Impact moins intéressant en termes d'emploi

Tableau 25 : Evaluation des différents scénarii

(1) Calculs taille des marchés d'après le Tableau 1 (2007)

Filière courte : nous avons ici pris la consommation de FO par les plates-formes en 2015 d'après le PNUD

Carburant/ électricité : $6\%GO + 80\%DDO + 100\%FO = 168.965 \times 0,06 + 55.120 \times 0,8 + 81.463 \times 1 = 135.697$ Tep

Essence / transport: 100% essence = 156.615 Tep

GO / transport: 94% GO = $168.965 \times 0,94 = 158.827$ Tep

(2) Calculs réduction déficit d'après le Tableau 23 (% en janvier 2008)

Filière courte : $288 \text{ Fcfa/l} \times 2570 \text{ Tep} \times 1100 \text{ litres} = 0,8 \text{ M Fcfa}$

Carburant/ électricité : $288 \text{ Fcfa/l} \times 40.709 \text{ Tep} \times 1100 \text{ litres} = 12,9 \text{ M Fcfa}$

Essence / transport: $300 \text{ Fcfa/l (pondéré)} \times 15.662 \text{ Tep} \times 1180 \text{ litres} = 5,5 \text{ M Fcfa}$

GO / transport: $288 \text{ Fcfa/l} \times 47.648 \text{ Tep} \times 1100 \text{ litres} = 15,1 \text{ M Fcfa}$

(3) Calculs impact budget de l'Etat d'après le Tableau 23 (% en janvier 2008)

Filière courte : perte taxes $166 \text{ Fcfa/l} \times 2570 \text{ Tep} \times 1100 \text{ litres} = 0,5 \text{ M Fcfa}$

Carburant/ électricité : perte taxes $20 \text{ Fcfa/l (pondéré)} \times 40.709 \text{ Tep} \times 1100 \text{ litres} = 0,9 \text{ M Fcfa}$ / gain subvention $140 \text{ Fcfa/l (pondéré)} \times 40.709 \text{ Tep} \times 1100 \text{ litres} = 6,3 \text{ M Fcfa}$

Essence / transport: perte taxes $250 \text{ Fcfa/l} \times 15.662 \text{ Tep} \times 1180 \text{ litres} = 4,6 \text{ M Fcfa}$

GO / transport: perte taxes $166 \text{ Fcfa/l} \times 47.648 \text{ Tep} \times 1100 \text{ litres} = 8,7 \text{ M Fcfa}$

(4) Essence 1 Tep = 1180 litres / GO 1 Tep = 1100 litres / MFcfa = milliards Fcfa

6.10 Conditions à la mise en œuvre du scénario de substitution d'HVB au gasoil et au DDO pour la production d'électricité

L'analyse des opportunités de développement des biocarburants au Burkina Faso a montré que ce scénario présente beaucoup d'intérêt (chapitre 5) mais sa mise en œuvre suppose de lever plusieurs verrous et d'éviter plusieurs risques pour que ses avantages s'expriment pleinement. Nous les identifions ici pas à pas depuis la production de la biomasse jusqu'à l'utilisation de l'huile par la Sonabel et effectuons certaines recommandations pour réunir les conditions à la mise en œuvre de chaque étape de ce scénario (Voir tableau n°26 ci dessous): l'accès à la matière première sans remettre en question la sécurité alimentaire, la construction d'une filière d'approvisionnement en graines et/ou huiles, l'aménagement des réglementations (mise en place de normes, fixation des prix...), la dotation en équipements et le renforcement des capacités des acteurs (compétences techniques, de contrôle de la qualité, procédures d'éligibilité aux crédits carbone...). Les recommandations faites ici pourraient être affinées, par une discussion avec les services des

ministères et les opérateurs concernés, puis évaluées (étude de faisabilité) et utilisées pour élaborer un plan d'action opérationnel relatif au scénario.

Verrous / Risques	Recommandations
Production agricole (culture et cueillette)	
Mauvaise maîtrise des cultures de nouvelles plantes comme le jatropha, le ricin ou le tournesol	Mise en place de programmes de recherche agronomique pour optimiser les systèmes de production en situation Afrique de l'Ouest et optimiser les impacts environnementaux et sociaux
Risque de spécialisation des paysans dans la culture du jatropha pour la production d'énergie : => dépendance à un seul marché pour les huiles => pas de retour sur capital avant 3 ans (plante pérenne) => pas de co-valorisation des tourteaux	Rachat au niveau de la Sonabhy de tout type d'huile à partir d'oléagineux
Accès difficile aux semences de certains oléagineux (tournesol, arachide...)	Financement de programmes nationaux d'approvisionnement en semences (mise à disposition, diffusion de semences non hybrides...)
Accès aux crédits carbone pour rentabiliser au maximum les surfaces d'agroforesterie (Jatropha, morenga...) en monnayant la séquestration du carbone (par des crédits carbone)	Privilégier le marché des crédits carbone volontaires pour les projets de foresterie, en optant pour un label de certification mettant en valeur les bénéfices socio-économiques Développer la recherche dans le domaine de la séquestration de carbone au niveau du couvert végétal S'appuyer sur des experts pour garantir l'éligibilité du projet
Transformation graine en huile	
Pas de réels verrous technologiques, faible disponibilité des presses / filtres (coût élevé)	Si le marché de l'huile carburant se met en place, on peut supposer que le marché des presses et filtres va se développer
Absence de filière depuis la collecte des graines jusqu'à l'approvisionnement de la Sonabhy.	Appui à la structuration d'une filière d'approvisionnement (collecte des graines, presse mobile, acheminement vers la Sonabhy)
Risque d'intoxication des consommateurs d'huile alimentaire si mélange d'huiles de plante comestible et non comestible	Appui à la contractualisation entre la Sonabhy et des professionnels de la transformation/ approvisionnement en huile (équipements, formation, cahier des charges) et/ou mise en place d'un dispositif de pressage direct à la Sonabhy => pas de souci de mélange et bonne qualité de l'huile
Risque de s'approvisionner en huiles de qualité très différentes (selon le process d'extraction) qui peuvent nécessiter du retraitement au niveau de la Sonabhy	⇒ Mêmes recommandations que ci-dessus ⇒ Besoin de normes/standards permettant d'attester de la qualité des huiles carburantes (recherches au 2IE/Cirad) ⇒ Instauration d'un prix de rachat de l'huile au niveau de la Sonabhy en fonction de la qualité des huiles
Rachat de l'huile par la Sonabhy	
Risque de prix de rachat en concurrence avec les huiles végétales alimentaires	Fixation/ indexation des prix de rachat en commission à échéances régulières en fonction des prix des oléagineux alimentaires
Risque de prix de rachat trop bas => mauvaise rémunération paysans	Subvention de l'Etat pour rendre le litre d'huile carburant rentable et rémunérateur
Conditionnement / processing de l'huile ou du mélange huile / fuel oil au sein de la Sonabhy	
Manque d'équipements et de savoir faire pour incorporer/stocker les huiles dans le fuel oil et pour attester de la qualité des carburants	Appui à la Sonabhy pour l'acquisition d'équipements adaptés. Test des mélanges en laboratoire (2IE/Cirad). Développement de standards de qualité.
Rachat de l'huile par la Sonabel	
Risque de prix > au prix fuel oil (à court terme)	Subvention temporaire de l'Etat pour rendre le litre d'huile carburant compétitif mais avec l'augmentation des prix du pétrole possibilité de taxes/revenus pour l'Etat
Utilisation de l'huile par la Sonabel	
Situation actuelle de vide juridique concernant l'utilisation de biocarburants sur le territoire	Aménagement de la réglementation
Risque d'inéligibilité aux crédits carbone du projet de substitution du carburant fossile par les huiles végétales par manque de connaissances techniques et scientifiques nécessaires à l'élaboration du dossier	Recherche par la Sonabel/Sonabhy d'appui technique (2IE, Cirad,...), financier (traders européens, bailleurs internationaux...) et institutionnel (SP/Conedd) pour l'élaboration en amont d'un dossier éligible aux crédits carbone (MDP)

Tableau 26 : Recommandations pour la mise en œuvre du scénario 2

Ce scénario peut être mis en œuvre assez rapidement (en comparaison des deux autres scénarios filière courte et substitution au carburant pour le transport) même s'il faudra attendre certains résultats de recherche agronomique pour pouvoir compter sur une gamme plus large de plantes. Il

peut démarrer à partir des plantations existantes de jatropha (environ 70.000 ha) ou de coton et de plantations des oléagineux (plantes annuelles) les mieux maîtrisés.

Le Recensement Général de l'Agriculture (RGA) de 2006/10 fait état en saison pluvieuse d'une production de soja chez 9% des ménages agricoles dans l'ensemble du pays (25,4% dans le Centre-Est, 23,9% dans l'Est, 20,6% dans le Sud-Ouest), d'une production d'arachide chez 70,7% des ménages (+80% dans les Régions Nord et Plateau Central), d'une production de sésame dans 42,4% des ménages (76% dans le Centre-Nord, 66% dans le Nord, 60% sur le Plateau Central). L'idée n'est pas d'utiliser ces productions pour produire des biocarburants mais de partir d'un savoir-faire à améliorer dans le pays pour développer des plantations plus importantes qui auront vocation à approvisionner plusieurs marchés (huile alimentaire, alimentation animale, production d'énergie).

Ce scénario peut significativement changer les conditions d'approvisionnement énergétique du pays car tout en montant progressivement en puissance (en terme de niveau de substitution aux produits pétroliers), il peut substituer jusqu'à 20% des importations actuelles de produits pétroliers (soit 90% du gasoil, DDO et fuel oil utilisés pour la production d'électricité c'est-à-dire 23% de la consommation d'hydrocarbures à l'échelle nationale).

Un certain nombre d'options restent à discuter avec les décideurs (différents ministères) et acteurs potentiels de la filière (groupements de producteurs, intermédiaires, Sonabhy, Sonabel...). Notamment, on peut envisager de presser les graines d'oléagineux pour obtenir de l'huile végétale dans les villages près des zones de production ou à la Sonabhy. Dans le premier cas, le pressage peut être fait par des groupements de producteurs souhaitant ajouter de la valeur à leur production agricole ou par des opérateurs privés souhaitant se professionnaliser dans cette activité (collecte et pressage) ou par des agents de la Sonabhy sur le terrain à l'aide d'une presse mobile. L'arbitrage entre ces différentes possibilités se fera certainement en fonction de la comparaison des coûts de transport graine/huile/tourteau et des possibilités réelles d'imposer un certain niveau de qualité aux opérateurs de la filière. Les coûts de transport dépendront de la localisation des zones de culture et des établissements de la Sonabhy et de la Sonabel. Une restructuration de ces réseaux vers plus de décentralisation mériterait peut être d'être envisagée.

Le pressage au niveau délocalisé, proche des zones de production est plus intéressant pour les filières valorisant des plantes oléagineuses comestibles que pour le jatropha ou le ricin. En effet les tourteaux de ces premières seront valorisés au niveau même des exploitations pour alimenter le bétail. Les tourteaux de jatropha et ricin pouvant être valorisé seulement en faible quantité comme fumure, seront donc utilisés comme combustible au niveau de grosses chaudières industrielles. Il sera alors plus rentable de transporter les graines de ces plantes vers des grosses presses en zones « industrielles », plutôt que de transporter séparément l'huile et le tourteau.

Concernant le système des prix du biocarburant (graines et huile), celui-ci ne doit pas découler du libre jeu du marché mais d'une politique des prix de la part de l'Etat, pour plusieurs raisons :

- l'huile est un produit de substitution aux produits pétroliers dont les prix sont déjà fortement administrés (TIPP et subvention à la consommation d'électricité),
- il est du devoir de l'Etat de protéger la sécurité alimentaire de ses administrés,
- les prix de l'huile et de la graine sont spontanément connectés au comportement simultané de plusieurs marchés (produits pétroliers et produits alimentaires) qui connaissent actuellement de fortes variations de prix,
- les prix de l'huile et de la graine supposent une certaine stabilité pour que les acteurs puissent se positionner par rapport à ce nouveau produit/ marché ou à ce nouvel usage...

L'enjeu est de parvenir à un prix de vente des graines ou de l'huile végétale dans le circuit biocarburant suffisamment rémunérateur pour inciter le paysan et le transformateur à entrer dans ce circuit sans pour autant détourner la production d'oléagineux du circuit de la production d'huile

alimentaire (la solution semble être d'appuyer la production de plantes oléagineuses pour approvisionner à la fois les deux circuits) et un prix de vente du biocarburant suffisamment attractif pour l'utilisateur (la solution semble être d'indexer dans un premier temps le prix de vente du biocarburant légèrement en dessous de celui du gaz oil).

Pour s'assurer que l'approvisionnement du circuit biocarburant ne se fasse pas au détriment du circuit alimentaire dans le cas où le prix des huiles alimentaires baisserait de façon conséquente, on imagine la fixation ou l'indexation des prix de rachat des graines et de l'huile par une commission de spécialistes (personnel des ministères de l'Agriculture et de l'Energie, Sonabhy/ Sonabel, autres opérateurs ou organisations professionnelles...) en relation avec les prix des oléagineux alimentaires avec révision à échéances régulières. Etant donné le grand nombre de produits potentiels et l'absence de suivi actuel de ces prix (prix des oléagineux bord champs, prix de gros de l'huile...), il faut mettre en place auprès de la DGPSA ou de la SONAGESS un dispositif de suivi des prix pour alimenter la réflexion de la commission. La finalité est que les ventes des graines et de l'huile destinées aux biocarburants doivent se faire à des prix inférieurs à ceux du circuit alimentaire, l'avantage pour les vendeurs restant d'abord la garantie d'achats réguliers (contractualisation avec la Sonabhy) et des prix stables (au moins jusqu'à leur révision).

La situation des marchés pourrait évoluer de la façon suivante (Voir Figure n°26 ci dessous):

A court terme (période 1)

Pour un prix de vente actuel du litre de carburant importé utilisé pour la production d'électricité aux alentours de 300 Fcfa grâce à la subvention de l'Etat, le prix du litre de biocarburant pourrait être fixé légèrement en dessous par un mécanisme

- de transfert de subvention à la consommation électrique vers le substitut, et/ou
- de taxe (dans le cas où le prix de revient de l'huile est inférieur à ce prix et qu'il n'existe pas de marché alimentaire comme pour le jatropha), et/ou
- de nouvelle subvention provisoire de la part de l'Etat (dans le cas où le marché tire ce prix à la hausse comme actuellement pour les huiles alimentaires).

Dans le cas où le biocarburant est compétitif avec le produit pétrolier (jatropha ?), l'Etat pourrait utiliser la taxe prélevée pour encourager la production oléagineuse (orienter la recherche agronomique, inciter les paysans à venir sur ce marché, réduire les écarts entre le prix de revient et le prix de vente de l'huile et entre les différents prix sur les marchés de l'huile ...). Dans le cas où celle-ci est inexistante ou n'est pas suffisante, l'Etat peut faire le choix de subventionner l'encouragement à la production d'oléagineux... On peut imaginer cependant que l'essentiel des huiles utilisées pour produire de l'électricité dans cette période proviendront du jatropha (plantations existantes, prix encore élevé de l'huile alimentaire, quantités nécessaires faibles au début...).

A moyen terme (période 2)

A l'horizon de quelques années, le prix de l'huile alimentaire devrait amorcer un mouvement à la baisse malgré de fortes variations conjoncturelles (liées à la situation du marché international) sous l'effet de l'augmentation de la production oléagineuse dans le pays. L'écart croissant entre le prix du biocarburant (indexé sur celui du gasoil même s'il s'en éloigne progressivement) et le prix de revient de l'huile végétale devrait pouvoir continuer à financer l'appui à la production oléagineuse et la subvention à la sécurité alimentaire quand les autres produits oléagineux entreront dans ce circuit (le maintien d'un prix de l'huile destiné à la production d'énergie à un niveau inférieur à celui de l'huile destinée à l'alimentation).

A long terme (période 3)

A l'horizon de quelques années supplémentaires, le prix du biocarburant devrait être déconnecté de celui du pétrole et permettre ainsi l'accès à une énergie significativement moins chère sans appui de l'Etat et rentable pour les différents agents de la filière biocarburant. On peut imaginer que cette

étape soit atteinte à moyen terme si le prix des huiles alimentaires diminue et se stabilise à un niveau inférieur aux cours actuels sous l'effet notamment d'un accroissement conséquent de la production oléagineuse au Burkina Faso. A ce moment là, on peut même imaginer que l'Etat cesse de subventionner la sécurité alimentaire, puisque la production oléagineuse ne sera plus déficitaire, et le prix de l'électricité, puisque ses coûts de production pourraient avoir sensiblement diminué.

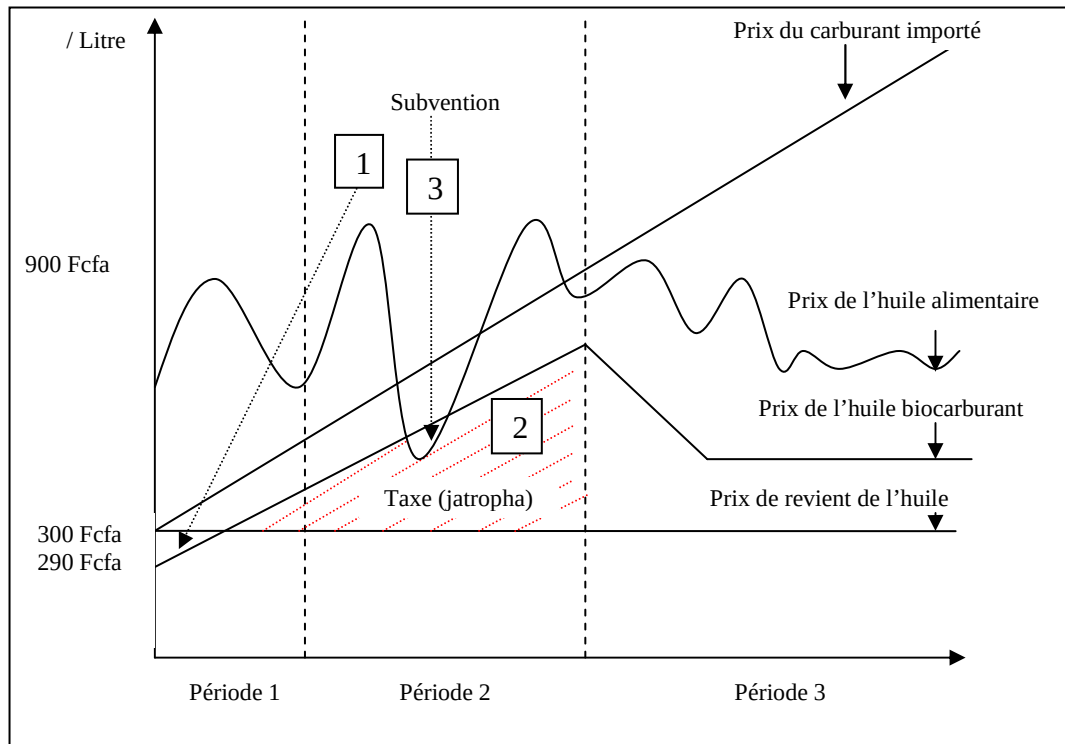


Figure 26 : Politique des prix relative au scénario 2

Mais on rentre là dans « l'étude de faisabilité » du scénario et des politiques qui doivent l'accompagner, qui devrait être réalisée après le partage des résultats de « l'étude du potentiel » avec les services des ministères concernés et le bailleur de fond. Si le choix politique s'orientait vers la mise en œuvre de ce scénario, cette nouvelle étude devrait déboucher sur une « analyse coûts avantages » des différentes options proposées.

7. Conclusion

Au terme de cette étude sur le potentiel biocarburant ou agrocarburant, il s'agit de conclure dans quelle mesure l'investissement dans les filières biocarburant représente une opportunité pour le Burkina Faso.

Si dans les pays du Nord, la question peut se poser de la pertinence de remplacer l'énergie fossile par des biocarburants sans réduire la consommation globale d'énergie, le Burkina Faso a par contre une grande légitimité à vouloir développer ses services énergétiques et en diversifier l'origine. Tout d'abord car les niveaux de consommation énergétique sont extrêmement faibles et leur augmentation conditionne l'accès au développement économique et au mieux-être des populations. Ensuite les prélèvements sur l'environnement naturel comme source énergétique pourraient être allégés par la diversification des ressources énergétiques.

D'une certaine façon, la crise récente liée à la hausse des prix des produits agricoles sur le marché mondial est tombée au bon moment pour plusieurs raisons. Elle a permis de remettre au centre du débat les questions de concurrence entre production alimentaire et production énergétique et de sécurité alimentaire, elle a tempéré les ardeurs des investisseurs étrangers en augmentant le coût d'opportunité des projets biocarburants à partir de plantes alimentaires, elle a enfin et surtout été le détonateur d'une réflexion au plus haut niveau de l'Etat sur l'efficacité des politiques agricoles et le besoin d'un renouvellement au sein duquel la stratégie de développement des biocarburants doit prendre toute sa place. La baisse récente des prix des produits pétroliers, qui a ajourné certains projets d'investissement, est de nature à laisser également un répit aux acteurs nationaux publics et privés pour définir une stratégie.

L'étude a montré que les filières courtes de production d'huile végétale brute à usage local ne sont pas les seules recommandables. Plusieurs scénarii à impacts et limites potentiels de natures différentes sont envisageables. Les filières courtes à usage local sont certes prometteuses en termes de création de revenus en zones rurales et peuvent générer du développement local (électrification, services sociaux, transformation et conservation agro-alimentaire, intensification...). Les technologies de production d'huile végétale à mettre en place sont assez simples et bon marché mais l'organisation des acteurs locaux et les projets d'utilisation en milieu rural doivent être bien pensés. D'autres options, avec une production et un usage plus ou moins centralisés des biocarburants, ont été analysées. Certaines sont techniquement très risquées et à déconseiller à court terme (biodiesel ou éthanol pour le transport), d'autres nous paraissent présenter beaucoup plus d'intérêt (huile végétale pour production d'électricité). En effet, le scénario de production d'huile végétale pour approvisionner la Sonabel est certainement celui qui minimise les risques et maximise le plus les avantages que l'on peut retirer de la production de biocarburants dans le pays (balance commerciale, budget de l'Etat, création d'emplois, développement économique...). Par ailleurs, il permet une grande diversité d'options technico-économiques (plantes utilisables, agriculture familiale ou agro-industrie, modes d'organisation de la filière...). Son principal atout est qu'il laisse une grande capacité de choix aux acteurs en termes d'approvisionnement (dosage de produits pétroliers/ huile végétale) et donc d'écoulement de leur production (marché alimentaire/ marché énergétique). Intérêt non négligeable, il peut offrir un débouché rapide aux plantations de jatropha qui vont arriver prochainement à maturité.

L'étude infirme l'hypothèse que l'on pourrait produire des plantes énergétiques sans qu'elles soient concurrentes des cultures alimentaires. Aucun projet privé de production de jatropha au Burkina Faso (hormis quelques projets communautaires ou d'ONG) ne concerne les zones marginales du Sahel alors que techniquement cette plante y pousse, il est beaucoup plus rentable de le cultiver sur des terres plus fertiles, donc directement en concurrence avec les céréales. Même la plantation de

jatropha en culture associée avec des plantes vivrières, ne permet pas de s'affranchir de la compétition avec l'alimentation car les effets du jatropha sur les plantes alimentaires sont assez mal connus et pourraient être négatifs (effets de l'ombre et des racines). Nous défendons dans cette étude l'idée qu'il ne faut pas minimiser cette compétition qui est réelle dans tous les cas ; mais n'empêche pas pour autant que les plantes à biocarburant (jatropha ou autres plantes) puissent entrer pleinement dans les systèmes de production des paysans burkinabé au côté d'autres spéculations. L'expérience actuelle montre que d'une certaine façon, le fonctionnement du marché et les prix relatifs des produits exercent une forme de protection : il est aujourd'hui impensable de planter des oléagineux pour faire des biocarburants au prix actuel de l'huile alimentaire.

La mise en garde contre les plantes à biocarburant autres que le jatropha selon l'argument de protection de la sécurité alimentaire nous paraît aussi fallacieux. En effet, nous avons montré, d'une part que le choix du jatropha est porteur d'irréversibilité (que peut-on faire d'autres du jatropha que de l'énergie une fois qu'il est planté ?). Alors que le choix d'autres produits oléagineux permet aux producteurs, d'une part, de conserver une liberté de choix entre plusieurs marchés plus ou moins rémunérateurs selon les périodes: le marché de l'énergie ou celui de l'alimentation, d'autre part, de valoriser des sous-produits tels que les tourteaux pour l'alimentation animale. Ce dernier avantage est loin d'être dérisoire en situation de fort développement des filières d'élevage. L'étude a montré que les superficies nécessaires pour produire des plantes à biocarburant en substitution de 30% de gasoil ou de 10% d'essence importés sont, pour la plupart des plantes, inférieures à 3% des terres arables. Ces transferts d'usage potentiel des sols pourraient être largement compensés par des gains de productivité sur les autres cultures, les marges d'amélioration paraissant importantes étant donné les bas niveaux actuels de rendement.

Pour terminer sur la question de la compétition alimentaire, notons que la menace de l'insuffisance alimentaire pourrait s'éloigner dans le pays puisque les dernières prévisions de productions agricoles pour la campagne 2008/09 sont de +51% pour le maïs, + 29% pour le sorgho, +24% pour le mil et +242% pour le riz. Le solde net de la campagne 2008/09 devrait être de 717.000 t soit 24% des besoins de consommation du pays. Néanmoins les bons résultats de cette campagne restent à être répétés.

Les projets dédiés aux plantes à biocarburant, et dans une certaine mesure les plantations industrielles, sont potentiellement intéressants pour le pays et l'avantage le moins négligeable est celui d'une plus grande autonomie énergétique en situation d'augmentation inéluctable des prix du pétrole dans les années à venir malgré les soubresauts actuels. Cependant pour que l'opportunité biocarburants se transforme en avantages réels, de gros efforts restent à faire en amont ou en parallèle au développement des filières biocarburants : dans le domaine de la décision publique (définition d'une stratégie, mise en place d'un cadre juridique, élaboration de normes et de standards des produits...), de la recherche-développement (agronomie des plantes, potentiel de fixation du CO₂ des plantes énergétiques, estérification éthanolique...), de l'adaptation des méthodologies MDP à l'Afrique de l'Ouest...

Mais l'option biocarburant n'est pas la seule à s'offrir au Burkina Faso pour développer de nouveaux services énergétiques ou s'affranchir de sa dépendance au pétrole : l'utilisation de sous-produits de la production agricole au niveau local, les projets d'interconnexion etc. sont autant d'option qui peuvent compléter une stratégie globale du secteur de l'énergie au Burkina Faso.

Le potentiel biocarburant reste à exploiter mais pour cela plusieurs gardes-fous nous semblent devoir être mis en œuvre comme la priorité à la transformation dans le pays par les nationaux et à l'usage national. Les plantations industrielles pourraient ne pas être inéluctablement le fait d'investisseurs étrangers en quête de terres à exploiter pour approvisionner le marché extérieur, le secteur privé national avec l'appui des bailleurs de fonds peut s'impliquer dans ce secteur et générer

des retombées en termes de développement économique et social dans le pays. Suite à la crise alimentaire, à différentes échelles, agriculture familiale, communautaire ou plus agro-industrielle, il s'agit de réinvestir le secteur agricole et de créer un entrepreneuriat rural au Burkina Faso. Le secteur des agro-carburants peut contribuer à cette dynamique globale. Le moment est opportun pour l'Etat, en partenariat avec les autres acteurs parties prenantes au développement rural et industriel, de dégager une ligne claire et d'élaborer un plan d'action pour le développement des filières biocarburant. Souhaitons que nos analyses aient fourni des arguments techniques, économiques, sociaux et environnementaux, qui contribuent à éclairer ces choix dans un processus concerté entre les différents acteurs (organisations de producteurs, ONG, opérateurs privés, ministères etc.).

BIBLIOGRAPHIE :

Introduction

- ✓ **FARM**, Les potentialités agricoles de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO), février 2008, p. 86
- ✓ **CSAO, RPCA, CILSS**, « Profil de la sécurité alimentaire au Burkina Faso », février 2008.
- ✓ **Merlet Michel**, *Quels impacts aura la promotion de l'utilisation des agrocarburants sur les pays en développement ?*, communication présentée au colloque de l'ADEF (Association des Etudes Foncières) le 23 octobre 2007

Chapitre 1.

- ✓ **BURGEAP**, Rapport sur « l'Etude de la qualité de l'air à Ouagadougou » réalisée en 2005 pour le Ministère de l'environnement et du cadre de vie (MECV)
- ✓ **LE FASO.NET**, J. Emmaüs, : inauguration de la centrale électrique « Ouahigouya II », 29 juin 2005, http://www.lefaso.net/article.php3?id_article=8117
- ✓ **Ministère des Mines, des Carrières et de l'Energie**, Le secteur de l'énergie – Situation 2007 et perspectives, 9 septembre 2008, 12 p.
- ✓ **Ministère des Mines, des Carrières et de l'Energie**, Statistiques, Burkina Faso, 2007
- ✓ **Missions Economiques**, Fiches de synthèse - L'Electricité au Burkina Faso, 2006
- ✓ **Organisation Mondiale du Commerce (OMC)**, Examen des politiques commerciales au Burkina Faso, wt/tpr/s/132, mai 2004
- ✓ **Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD)**, Rapport sur le Développement Humain, 2006, <http://hdr.undp.org/hdr2006/statistics/countries>
- ✓ **PNUD**, programme PTF, le réseau des plates formes multifonctionnelles, 2008, (www.ptfm.net)
- ✓ **Société Nationale d'Electricité du Burkina (Sonabel)**, Statistiques et chiffres caractéristiques, 2008, http://www.sonabel.bf/statist/chiff_caract.htm

Chapitre 2

- ✓ **BALLERINI D.**, Les biocarburants de première génération : l'éthanol et le biodiesel, Etat de l'art, novembre 2007.
- ✓ **DAHO T.**, Contribution à l'étude des conditions optimales de combustion des huiles végétales dans les moteurs diesel et sur les brûleurs : cas de l'huile de coton, thèse de doctorat, Université de Ouagadougou, 2008.
- ✓ **FIKRET Y. ; BEDRI Y.**, The use of ethanol-gasoline blend as a fuel in an SI engine, Renewable Energy, 29, 1181–1191, 2004.
- ✓ **GUIBET J.C., FAURE E.**, Carburants et Moteurs, tome 2 , ed. Technip, Paris 1997.
- ✓ **Liennard A**, Etat du développement de la filière diester en France préparé par VERMEERSCH et présenté par LIENNARD., Session de formation sur les biocarburants, 2IE, Ouagadougou 14-17 mars 2007
- ✓ **MH. NOVAK et JM. JOSSART** (2004) ; « Diversification agricole : guide pour la production et les débouchés d'huile et de tourteau de colza à la ferme ». Juin 2004
- ✓ **MURUGESAN A., UMARANI C., SUBRAMANIAN R., NEDUNCHEZHIAN N.**, Biodiesel as an alternative fuel for diesel engines—A review, Renewable and Sustainable Energy Revdoi:10.1016/j.rser.2007.10.007, 2008
- ✓ **Parlement Européen et du Conseil de l'Europe**, Directive 2003/30/CE, mai 2003

- ✓ **VAITILINGOM G., BATTAIS L., DEFAYE S.,** Perspectives de développement de l'utilisation des huiles végétales pures hors utilisations biocarburant, Rapport final, DEBAT/CIRAD, (2006)
- ✓ **VAITILINGOM G.,** Energies renouvelables et biocarburants, session de formation sur les biocarburants, 2IE, Ouagadougou, 14-17 mars 2007.
- ✓ **VAITILINGOM G.,** Extraction, conditionnement et utilisation des Huiles Végétales Pures Carburant, Rapport final, octobre 2007.
- ✓ **VAITILINGOM G.,** Huiles végétales – biocombustibles diesel : influence de la nature des huiles et en particulier de leur composition en acides gras sur la qualité-carburant, thèse de doctorat, Université d'Orléans, 1992.

Chapitre 3 :

- ✓ **Achten WMJ,** Verchot L, Franken YJ, Mathijs E, Singh VP, Aerts R, et al. Jatropha bio-diesel production and use. Biomass and Bioenergy (2008), doi :10.1016/j.biombioe.2008.03.003
- ✓ **AFD,** Robert Hirsch, Les filières oléagineuses d'Afrique de l'Ouest, quelles perspectives face à l'intégration et à la mondialisation, avril 2002, 100 p.
- ✓ **Ballat M.,** Balat H., Öz C., nov. 2007, Progress in bioethanol processing, Elsevier Ltd.
- ✓ **Ballerini D.,** novembre 2007, Les biocarburants de première génération : l'éthanol et le biodiesel, Etat de l'art.
- ✓ **Ballerini D.,** 2006, Les biocarburants : état des lieux, perspectives et enjeux du développement. Paris : Éditions Technip
- ✓ **CIRAD,** Guide technique des huiles végétales comme carburants en Amérique Latine, Collection du Cirad, 2008
- ✓ **CSAO, CILSS, GRET/IRAM/ICI,** Profil Sécurité Alimentaire Burkina Faso, avril 2008
- ✓ **EMP Consulting,** Etude sur le développement de la filière éthanol /Gel Fuel comme énergie de cuisson dans l'espace UEMOA, Mars 2007
- ✓ **IIED – FAO,** Lorenzo Cotula, Nat Dyer, Sonja Vermeulen, Fuelling exclusion ? The biofuels boom and poor people's access to land, 2008
- ✓ **Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques, GTZ-PDA,** Diancoumba Doulaye, Diagnostic actualisé de la filière manioc pour une analyse de chaînes de valeur, avril 2008
- ✓ **Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques, GTZ-PDA,** Diagnostic de la filière anacarde au Burkina Faso pour une analyse de chaînes de valeur, avril 2008
- ✓ **MAHRH, Direction Générale des Prévisions et des Statistiques Agricoles, IITA, ReSAKSS,** Evolution du secteur agricole et des conditions de vie des ménages au Burkina Faso, 2007
- ✓ **Ministère de l'Environnement et du cadre de vie (MECV),** Recensement des peuplements de Jatropha Curcas, 2006
- ✓ **Ministère de l'Economie et des Finances, Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques, Ministère du Commerce, de la Promotion de l'Entreprise et de l'Artisanat, AGRER-SELT Burkina,** Analyse des stratégies de développement durable de la filière coton, juin 2007
- ✓ **Ministère de l'Industrie, de l'Hydraulique et de l'Energie de la République du Mali,** GTZ, Reinhard Henning, Yaya Sidibe, Valorisation énergétique de la plante pourghère, juin 1990
- ✓ **Programme régional biomasse énergie, EMP Consulting,** Etude sur le développement de la filière éthanol /Gel Fuel comme énergie de cuisson dans l'espace UEMOA, Mars 2007
- ✓ **Politique Nationale de Sécurisation Foncière et Milieu Rural.** Décret n°2007 – 610/PRES/PM/MAHRH portant adoption de la PNSFMR du 4/10/07

- ✓ **Recensement Général Agricole**, in MAHRH, PDA-GTZ, Résultats préliminaires, Diagnostic de la filière anacarde au Burkina Faso, rapport final, avril 2008, p. 14
- ✓ **Sawadogo-Kaboré S., Diébré R., Kissou R., (2006) :** Revue scientifique sur l'état de la dégradation des terres au Burkina Faso. Rapport d'étude pour l'élaboration du programme National de Partenariat pour la gestion durable des terres.
- ✓ **Zan Tahirou**, Le Jatropha Curcas et le Jatropha Gossypifolia sous différentes conditions climatiques du Burkina Faso, cultures et exploitations, 1985
- ✓ Etude sur le développement de la filière Ethanol/Gel fuel comme énergie de cuisson dans l'espace UEMOA. Mars 2007

Chapitre 6:

- ✓ **Arrêté n° 08.002/ MCPEA/SG/DGC** du 10 janvier 2008
- ✓ **Caisse des Dépôts**, Mission Climat, Note d'étude N°11, 2007, Compenser pour mieux réduire, le marché de la compensation volontaire
- ✓ **Fonds Français pour l'Environnement Mondial (FFEM)**, Mission Interministérielle de l'Effet de Serre, Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie, Guide des mécanismes de projet prévus par le protocole de Kyoto Changement climatique , TOME B, 2è édition, 2004, France, http://www.missioneco.org/rescomsites/ressources/b_fr_guide_mdp_bd.pdf
- ✓ **Gardette J.M., Locatelli B.**, ONF International et CIRAD, 2007, Les marchés du carbone forestier
- ✓ **UNFCCC**, List of DOEs, 2008, <http://cdm.unfccc.int/DOE/list/index.html>
- ✓ **World Bank**, State and trends of the Carbon Market 2008, Washington D.C., May 2008, <http://siteresources.worldbank.org/NEWS/Resources/State&Trendsformatted06May10pm.pdf>

ANNEXES

- **Annexe n°1 : Personnes rencontrées dans le cadre de l'étude**

INSTITUTIONNELS et BAILLEURS	
Direction Générale des Prévisions et des Statistiques Agricoles	Moussa Kaboré : Directeur des Statistiques Agricoles Rémy Palé : Chargé d'analyses filières Bonou Alphonse : Secrétaire Permanent à la Coordination des Politiques Sectorielles Agricoles (SP/CPSA)
Direction Générale du Transport Terrestre et Maritime	Mamadou Diallo : Chargé d'étude sur les aspects environnementaux
Ministère de l'Agriculture de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques (MAHRH)	Etienne KABORE, Directeur de la Promotion des Filières Végétales (DPFV) à la Direction Générale des Productions Végétales (DGPV) Mme Dermé : Directrice Générale du Foncier Rural et des Organisations Paysannes (DGFROP)
Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie (MECV)	Christine Liehoun : Direction des études et de la planification Serge Zougba : Direction des forêts Isidore Zongo : Pont focal MDP au SP/CONEDD
Ministère des Mines, des Carrières et de l'Energie	Jean-Paul LAUDE : Conseiller Technique
Ministère du Commerce, de la Promotion de l'Entreprise et de l'Artisanat (MCPEA)	Directeur Général du Développement Industriel Mme Somé Saly : Gouverneur du CFC (Common Fund for Commodities).
Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD)	Aki Kogachi : Environnement et Energie Michèle Stoltz : Environnement et Energie Yacouba Tapsoba : Plateformes Multifonctionnelles
Union Economique et Monétaire d'Afrique de l'Ouest (UEMOA)	Alassane Ouedraogo

PORTEURS DE PROJET BIOCARBURANT et CHERCHEURS	
AgroEd	Pierre Tapsoba : Consultant National pour AgroEd
AgroGénération	Guillaume Vermeulen : ingénieur de Recherche & Développement Olivier Saint Giron : Directeur Recherche et Développement Durable
APROJER	Yann Zirotti : Directeur Général de la MABUCIG Hubert Batchomo : responsable de projet de culture de Jtropa
Association Africaine pour la Promotion du Biocarburant (AAPB)	M. Bally – Président
Belwet Biocarburant	Larle Naaba Tigré
Ilaria Burkina Sarl	Georg Philipp Pezold
Mairie de Boni	M. Patrick Bondé : Maire
New Tree	Franziska Kaguembega : Fondatrice et coordinatrice
PADAB II	Wilma Frouke Baas – Assistance technique à la maîtrise d’ouvrage – Développement rural centralise Michel Fournier
PTF	Gnoumato Ouattara – expert technique
SN CITEC	Sylvain Zombre : adjoint au directeur d’exploitation chargé des investissements
SN SOSUCO	Hébié Ali : Directeur Industriel Ouedraogo Souleymane : Chef division entretien général M. Bassolé : Chef division fabrication - chargé de production du sucre)
SOAF (Société Ouest Africaine de Fonderie)	Mamadi Camara : Manager
SONABEL	Narcisse Sawadogo: Directeur des Etudes, de la planification et de l’équipement
Sonabhy	Hilaire Kaboré : Contrôleur Interne
SOPAL	Chef d’exploitation
STAB	Sanogo Sory : Manager Konkobo François : Chef de service qualité et production
Université de Ouagadougou	Makido Ouédraogo – chercheur agronome
Vivre au Village	Soulama Soungalo : Agronome Jo Le Guen – Président
Wouol	Mustapha Sangaré – Salarié Antoine Sombié - Président Mamadou Traoré – Agronome

• **MISSION D'ETUDE AU MALI**

INSTITUTIONNELS et CHERCHEURS	
CNESOLER	Aboubacar Samaké :chef du programme PNVEP
IER	Modibo SIDIBE : Ecologue Nientao Abdoulaye : Agro Economiste Kalifa TRAORE : Chercheur en sciences du sol
Mali-Folkecenter	Mr. Ibrahim Togola Mr. Ousmane Ouattara : Coordinateurs du département de management des ressources naturelles
PORTEURS DE PROJET	
MALI BIOCARBURANT	Hugo Verkuijl : Directeur Général M. Sacko : Responsable de production
TISSINA	Moussa Yattara : Directeur Général
UNION LOCALE DES PRODUCTEURS DE KOULIKORO	Issiaka DEMBELE : Président de l'Union

• **Annexe n°2 : Les types de presse disponibles au Burkina**

Les principaux fabricants locaux de presses sont : ADMGA , SOAF (Société Ouest Africaine de Fonderie), SRC (Société de Recherche et de Conception de machines). Les données recueillies auprès de ces structures sont consignées dans le tableau I ci-dessous :

Tableau I : Caractéristiques de presses potentielles

TYPE DE PRESSE-FABRICANT	Presse hydraulique - ADMGA	Presse à vis - SRC
CAPACITE (quantité de graines pressées/h)	- En moyenne : 25kg/h (option manuelle) - En moyenne : 40 à 50 kg/h (option motorisée)	- Presse A : 80 kg/h - Presse B : 500 kg/h
PUISSANCE DE LA PRESSE (kW)	2,2 kW pour l'option motorisée	- Presse A : 22 kW - Presse B : 60 kW

RENDEMENT D'EXTRACTION (huile obtenu par tonne/huile disponible dans une tonne de graines)	> 90% (variable selon la graine pressée)	> 85% (variable selon la graine pressée)
PRIX (FCFA)	• 2 030 000 (option manuelle, 12 mois garantie) • 2 400 000 (option motorisée, prix du moteur non compris, 3 mois garantie)	• Presse A : 6 000 000 • Presse B : 15 000 000

En prenant en compte la version motorisée de la presse ADMGA (2, 2 kW) on peut évaluer dans un premier temps la puissance supplémentaire que le moteur diesel doit fournir pour faire tourner la presse en prenant en compte les pertes. On obtient environ une puissance supplémentaire de 2,5 kW (mécanique) pour le moteur Diesel afin de faire fonctionner la presse.

En prenant en compte le PCI plus faible du jatropha (38850 kJ/kg), la puissance supplémentaire de 2,5 kW pour la presse nécessite une consommation supplémentaire d'huile de jatropha d'environ 0,66 kg/h soit 0,72 l/h.

Etant donné que l'on presse entre 40 et 50 kg à l'heure, on consomme donc 0,014 à 0,018 litre de jatropha par kg de graines pressées. Cela correspond à environ 5 à 6% du volume d'huile produite (0,014 à 0,018 litre d'huile de jatropha consommée pour 1 kg de graines pressés et en prenant en compte le taux d'huile des graines de jatropha (30%) et le rendement de la presse (95%)). On peut en déduire le nombre de pieds de jatropha supplémentaire selon chaque cas.