

Ministère de l'Environnement de l'Economie
verte et du Changement climatique

Burkina Faso
Unité – Progrès – Justice

Secrétariat Permanent du Conseil national
de Développement durable

**Analyse des barrières et du cadre propice à la diffusion
des technologies d'atténuation
- Energie et Transport -**

Version finale

Août 2018



AVERTISSEMENT

Cette publication est un produit du projet "Evaluation des Besoins en Technologies", financé par le Fonds pour l'Environnement Mondial (en [anglais](#) Global Environment Facility, GEF) et mis en œuvre par le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (UN Environment) et le centre UNEP DTU Partnership (UDP) en collaboration avec le centre régional ENDA Energie (Environnement et Développement du Tiers Monde - Energie). Les points de vue et opinions exprimés dans cette publication sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement les vues du UNEP DTU Partnership, UNEP ou ENDA. Nous regrettons toute erreur ou omission que nous pouvons avoir commise de façon involontaire. Cette publication peut être reproduite, en totalité ou en partie, à des fins éducatives ou non lucratives sans autorisation préalable du détenteur de droits d'auteur, à condition que la source soit mentionnée. Cette publication ne peut être vendue ou utilisée pour aucun autre but commercial sans la permission écrite préalable du UNEP DTU Partnership.

AVANT PROPOS

La lutte contre le réchauffement planétaire constitue de nos jours une préoccupation majeure pour l'humanité et appelle une réponse collective. C'est ainsi que le Burkina Faso a ratifié la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC), le protocole de Kyoto et l'Accord de Paris respectivement en septembre 1993, mars 2005 et novembre 2016. A ce jour, il a élaboré et adopté plusieurs documents de politiques et de stratégies relatifs aux changements climatiques, en réponse à certaines dispositions de ces protocoles.

L'atteinte de l'objectif de la CCNUCC qui est de «réaliser la stabilisation de la concentration des gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique » passe par l'innovation et le transfert de technologies pour l'atténuation des émissions des GES, la réduction de la vulnérabilité et l'adaptation aux changements climatiques. Pour ce faire, le Burkina Faso a entamé, depuis février 2015, un processus d'évaluation de ses besoins en transfert de technologies.

Le présent rapport, est le deuxième du processus d'évaluation des besoins technologiques en matière d'atténuation des effets changements climatiques au Burkina Faso où deux secteurs clés ont été identifiés comme étant parmi les plus vulnérables : l'énergie et le transport. Il présente le processus ainsi que les résultats de l'analyse de l'analyse des barrières et de la définition d'un cadre propice à la diffusion des technologies retenues.

La publication de ce rapport m'offre une occasion de renouveler mes remerciements aux personnes physiques et morales suivantes :

- le Fonds Pour l'Environnement Mondial (FEM) à travers le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE);
- l'Organisation ENDA, Programme « Energie, Environnement et Développement » pour son appui technique et l'organisation des ateliers régionaux de renforcements des capacités des coordinateurs et des consultants nationaux ;
- le Consultant en adaptation pour sa contribution;
- l'Equipe Nationale EBT du Burkina Faso et les diverses parties prenantes pour leur implication effective à travers la collecte et la fourniture de données durant tout le processus ;
- les Parties Prenantes qui ont fourni les données et informations pertinentes à ce processus d'évaluation des besoins technologiques.

Le Secrétaire Permanent

Justin GOUNGOUNGA
Chevalier de l'Ordre National



Table des matières

AVERTISSEMENT	1
AVANT PROPOS	2
SIGLES ET ABBREVIATIONS	5
Introduction	10
Chapitre I. Secteur de l’Energie	11
Vision/Objectifs principaux visés pour le transfert et la diffusion des technologies dans le secteur de l’énergie.....	11
2. Analyse des barrières et les mesures favorables aux foyers améliorés	12
2.1. Description générale de la technologie des foyers améliorés.....	12
2.2. Analyse des barrières	12
2.2.1. Barrières économiques et financières.....	12
2.2.2. Barrières non financières.....	13
2.3. Mesures identifiées.....	14
2.3.1. Mesures économiques et financières.....	14
2.3.2. Mesures non financières.....	14
3. Analyse des barrières et les mesures favorables aux centrales hydroélectriques.....	15
3.1. Description générale de la technologie des centrales hydroélectriques	15
3.2. Analyse des barrières	17
3.2.1. Barrières économiques et financières.....	17
3.2.2. Barrières non financières.....	17
3.3. Mesures identifiées.....	18
3.3.1. Mesures économiques et financières.....	18
3.3.2. Mesures non financières.....	18
4. Analyse des barrières et les mesures favorables aux toits solaires.....	19
4.1. Description générale de la technologie des toits solaires	19
4.2. Analyse des barrières	20
4.2.1. Barrières économiques et financières.....	20
4.2.2. Barrières non financières.....	20
4.3. Mesures identifiées.....	21
4.3.1. Mesures économiques et financières.....	21
4.3.2. Mesures non financières.....	22
5. Interrelations entre les barrières identifiées dans le secteur de l’énergie.....	22
6. Cadre favorable pour surmonter les barrières du secteur de l’énergie.....	23

Chapitre II. Secteur du transport	25
1. Vision/Objectifs principaux visés pour le transfert et la diffusion des technologies dans le secteur du transport	25
2. Analyse des barrières et les mesures favorables au Tramway	26
2.1. Description générale de la technologie du Tramway	26
2.2. Analyse des barrières	26
2.2.2. Barrières non financières	27
2.3. Mesures identifiées.....	27
2.3.1. Mesures économiques et financières	27
2.3.2. Mesures non financières	28
3. Analyse des barrières et les mesures favorables au Biodiesel	28
3.1. Description générale de la technologie du Biodiesel	28
3.2. Analyse des barrières	29
3.2.1. Barrières économiques et financières	29
3.2.2. Barrières non financières	30
3.3. Mesures identifiées.....	32
3.3.1. Mesures économiques et financières	32
3.3.2. Mesures non financières	32
4. Analyse des barrières et les mesures favorables au Bus solaire	33
4.1. Description générale de la technologie du Bus solaire	33
4.2. Analyse des barrières	34
4.2.1. Barrières économiques et financières.....	34
4.2.2. Barrières non financières.....	34
4.3. Mesures identifiées.....	35
4.3.1. Mesures économiques et financières	35
4.3.2. Mesures non financières	35
5. Interrelations entre les barrières identifiées dans le secteur du transport	36
6. Cadre favorable pour surmonter les barrières du secteur du transport	37
Conclusions	38
Annexe 1. Figures de la cartographie du marché	42
Annexe 2. Arbre à problèmes.....	49
Annexe 3. Les parties prenantes.....	56
Références	57

SIGLES ET ABBREVIATIONS

Liste des figures

Figure 1 : Cartographie du marché des foyers améliorés	44
Figure 2: Cartographie du marché de l'hydroélectricité.....	45
Figure 3 : Cartographie du marché des toits solaires	46
Figure 4 : Cartographie du marché du Tramway.....	47
Figure 5 : Cartographie du marché du biodiesel	48
Figure 6: Cartographie du marché du Bus solaire.....	49
Figure 7 : Arbre à problèmes hydroélectricité.....	50
Figure 8 : Arbres à problèmes foyers améliorés	51
Figure 9: arbre a problèmes toits solaires.....	52
Figure 10: arbre a problèmes biodiesel.....	53
Figure 11: arbre a problèmes Tramway.....	54
Figure 12: arbre a problèmes Bus solaire	55

Résumé exécutif

L'évaluation des besoins technologiques (EBT) réalisée par le Burkina Faso, dans le secteur de l'atténuation, a porté sur le domaine de l'énergie y compris du transport.

Les résultats du processus de consultation de différentes parties prenantes et de l'analyse multicritères ont permis de retenir trois (03) technologies par ordre de priorité pour chacun des domaines.

Dans le domaine de l'énergie, les technologies retenues sont :

- Foyers améliorés
- Centrales hydroélectriques
- Toits solaire PV/SHS

Dans le secteur du transport, les technologies retenues sont :

- Tramway
- Biodiesel
- Bus solaire

Ce sont ces technologies qui ont fait l'objet d'analyse des barrières et d'identification des mesures permettant de les surmonter dans la perspective de l'élaboration d'un plan d'actions pour leur diffusion.

Dans le secteur de l'énergie, les objectifs préliminaires suivants sont retenus :

- **Pour les foyers améliorés**, il s'agit de diffuser 6 millions de foyers améliorés métalliques en milieu urbain et 3 millions de foyers améliorés Banco en milieu rural afin d'atteindre à l'horizon 2030 les taux d'accès de 100% et de 65% respectivement en milieux urbain et rural;
- **Pour les centrales hydroélectriques**, il s'agit de réaliser deux centrales dont l'une de 14 MW à Bagré Aval et l'autre de 12MW à la Bougouriba dans l'optique d'obtenir un potentiel cumulé de productible moyen de 67,3 GWh/an à l'horizon 2030 ;
- **Pour les toits solaires**, il s'agit de réaliser chez les particuliers des installations connectées au réseau de puissance unitaire allant de 500 Wc à 1500 Wc pour atteindre une puissance cumulée de 10 MWc dans la perspective d'une production annuelle d'environ 17 GWh/an à l'horizon 2030.

Pour ce qui concerne le secteur du transport, les objectifs préliminaires se déclinent comme il suit :

- **Pour le Tramway**, il s'agit de réaliser dans la ville de Ouagadougou, en mode Partenariat Public Privé (PPP) avec un package de fiscalités favorables, un corridor de circulation de 20 km couvert par un système hybride constitué d'une centrale solaire raccordée au réseau électrique et dont la production correspondrait au besoin énergétique du tramway dans l'optique de prendre en charge 5% des transports urbains et réduire les émissions de CO₂ de 5% sur l'ensemble des modes de transport de la ville ;

- **Pour les Biodiesel**, il s'agit de produire 4500 m³/an de biodiesel à partir du *Jatropha Curcas* en vue de formuler un carburant pour véhicule Diesel contenant 95% de gasoil et 5% de Biodiesel dans l'optique de substituer 1% de la consommation nationale en gasoil.

- **Pour les Bus solaire**, il s'agit d'introduire, à travers un mécanisme de PPP, 225 bus électriques alimentés par énergie solaire pour le transport des étudiants dans les villes universitaires du Burkina Faso.

La diffusion massive des foyers améliorés se heurte à des coûts d'équipement qui ne sont pas accessibles aux populations en raison de la faiblesse des revenus particulièrement en milieu rural. Les fabricants des foyers améliorés sont des artisans avec un faible niveau technique, un faible niveau d'équipement et leur production se fait avec des outils rudimentaires. Dans le pays, il n'existe pas de normes sur les foyers à promouvoir.

Les mesures relatives à la diffusion des foyers améliorés visent à soutenir la vente des foyers en mettant en place des mécanismes financiers innovants, des actions de marketing et de communication des promoteurs de foyers améliorés et la mise en place une plateforme d'innovation multi-acteurs sur les foyers améliorés. L'appropriation au niveau national de la nouvelle norme ISO 19867-1:2018 sur les foyers améliorés permettrait de renforcer la production de qualité.

Concernant l'hydroélectricité, il faut noter un accès inadéquat aux ressources financières pour réaliser des investissements aussi importants que celui de la construction de centrale hydroélectrique. Dans le pays, les institutions financières, et particulièrement les banques n'ont pas accès aux capitaux de financement à long terme. Le tissu industriel du pays n'a pas la capacité de production de composants entrant dans la construction d'une centrale hydroélectrique et les procédures de passation des marchés publics sont complexes et les risques de corruption sont persistants. Le Monopole de transport de l'électricité par SONABEL ne crée pas de conditions d'équité entre les producteurs et distributeurs ; l'autorité de régulation du secteur de l'électricité manque de capacité suffisante pour la fixation des tarifs pour le transport de l'électricité ; le pays n'a pas adopté une tarification préférentielle favorable pour la production d'électricité renouvelable. Le régime hydrologique du pays est très erratique surtout dans un contexte de changement climatique.

Pour surmonter ces contraintes, il est nécessaire de conduire des études de rentabilité pour produire les informations de rentabilité financière sur les sites à fort potentiel de production d'hydroélectricité. Le mécanisme de mise en œuvre du partenariat public – privé au Burkina Faso devrait être révisé en collaboration avec le secteur privé et le rendre attractif pour les investissements dans le secteur des énergies renouvelables. La création d'une société de patrimoine pour la gestion et le développement des infrastructures de transport améliorerait les conditions de concurrence. Enfin il y a un besoin d'évaluer les effets du changement climatique sur le régime de l'eau et le potentiel d'hydroélectricité.

Les installations solaires individuelles se heurtent à un problème de cout élevé de l'investissement initial ; le nombre insuffisant d'unité de montage dans le pays réduit les options de réduction coûts des produits et des composants du système. Par ailleurs, l'absence

de capacités dans les banques ou autres institutions financières pour évaluer les risques ou la rentabilité dans le domaine des énergies renouvelables est également un obstacle pour leurs investissements dans le secteur. En outre le développement durable des toits solaires se heurte au faible revenu des ménages qui ne peuvent accéder aux produits de qualité ; Il existe une multitude de fournisseurs non professionnels dont la qualité des équipements n'est pas garantie. Les installateurs et fournisseurs d'équipement n'ont pas toujours les compétences techniques requises et il n'existe pas de normes ou tarifs d'injection au réseau de distribution.

Pour agir sur les contraintes de transfert du toit solaire il est important de subventionner l'investissement initial et de mettre en place un mécanisme de crédit dont le recouvrement se ferait alors sur la base de la facture d'électricité du ménage payée à SONABEL. La certification des installateurs devrait être mise en place pour constituer une base de données d'installateurs agréés. Un programme de renforcement de capacités des structures de formation technique de niveau CAP, BEP et universitaire est également souhaité et la définition des spécifications techniques des équipements et des conditions de leur raccordement au réseau est nécessaire.

Le tramway est une technologie inexistante au Burkina Faso. Sa réalisation est très coûteuse et le mécanisme de partenariat public qui pourrait permettre sa mise en œuvre doit être réétudié. Le niveau faible des revenus des ménages nécessite la mise en place de subventions pour le développement des transports de masse. La compétitivité avec les acteurs traditionnels de transport peut être compromise en raison des coûts bas pratiqués par ces derniers. Le tramway est très consommateur d'énergie et il n'existe pas dans le pays une politique de mobilité urbaine et le burkinabè n'a pas une culture de transport en commun en raison de la prédominance des engins à deux roues.

Une augmentation de la taxation sur l'importation des engins à deux roues pourrait être favorable au transport par Tramway si en plus le coût du ticket de transport est largement subventionné.

La mise en place du tramway doit s'accompagner par l'augmentation de l'offre d'énergie électrique du pays et cela devrait se faire avec l'énergie solaire. L'élaboration d'une politique de mobilité urbaine devrait être engagée en identifiant les mesures favorables au transport en commun. Il est également nécessaire d'instaurer des actions de communication et de sensibilisation des populations et implémenter la démarche qualité dans le secteur du transport en commun.

La grande majorité des projets exécutés dans le domaine des biocarburants n'a pas formellement abouti à la mise en place d'une filière organisée et fonctionnelle au point que la technologie représente un risque pour les potentiels investisseurs. Le développement de plantations à des fins de biocarburant nécessite de grands investissements et des coûts opérationnels assez lourds.

De plus, la mise en place d'unité de production nécessite également la mobilisation de moyens financiers conséquents dans un contexte où le système bancaire est faiblement outillé pour appréhender les risques techniques. Les données techniques crédibles utiles à la maîtrise

et au développement de la technologie font défaut. Il n'existe pas de demande avérée de biodiesel parce qu'il n'y a pas d'obligation de consommation de ce produit.

L'Etat devrait jouer un rôle moteur dans le processus de développement de cette technologie. De ce fait, il devrait prospecter des actions de joint-venture à travers une société d'Etat comme SONABHY et une firme multinationale pour un co-investissement pour le transfert de la technologie Biodiesel. Il faut soutenir la recherche scientifique et technologique pour produire les informations nécessaires aux prises de décision. Un objectif d'intégration de biodiesel dans le secteur du transport devrait être défini par l'Etat.

L'investissement pour l'acquisition du bus solaire est environ deux fois plus élevé que celui pour le bus à moteur thermique. Par ailleurs cette technologie étant inédite dans le contexte burkinabè les risques d'investissement demeurent élevés. Le développement de ce moyen de transport se heurte également à la prédominance des engins à deux roues. Le Bus solaire doit être rechargé par énergie solaire pendant de longues heures, dans des conditions de fort ensoleillement. La loi N° 051-2012/AN portant loi de finances pour l'exécution du budget de l'Etat, gestion 2013 ne prend pas en compte les équipements de transport dans la liste des équipements d'énergie solaire importés en exonération de droit de douane et de TVA.

Pour soutenir le développement du Bus solaire, il est important d'exonérer son importation du droit de douanes et de taxes sur la valeur ajoutée. L'introduction de cette technologie nécessite également le subventionnement des coûts du transport. Pour favoriser une fluidité du transport par bus solaire, il faut lui affecter des voies dédiées permanentes ou temporaires pendant les heures de pointe. L'élaboration d'une politique de mobilité urbaine doit intégrer la mise en place d'une réglementation pour inciter d'éventuels promoteurs à importer et mettre en circulation des bus solaires. La démarche qualité doit être implémentée dans le secteur du transport en commun.

Introduction

L'évaluation des besoins technologiques (EBT) réalisée par le Burkina Faso, dans le secteur de l'atténuation, porte sur le domaine de l'énergie y compris du transport. Cette évaluation a pris en compte les initiatives précédemment engagées par le pays dans le domaine de l'atténuation, notamment le cadre NAMA et les principaux documents d'orientation existant au niveau national à savoir le Plan national du développement économique et social et les politiques sectorielles pertinentes (Environnement, Energie et transport).

Le processus d'évaluation a été conduit, sous la supervision d'un coordonnateur EBT, par une équipe nationale EBT composée d'un comité technique de suivi, d'un groupe de travail sectoriel Energie et d'un consultant EBT.

La consultation de différentes parties prenantes a permis d'établir une liste initiale de sept (07) technologies dans le domaine de l'Energie et de quatre (04) technologies dans le domaine du transport. Une liste de huit (08) critères assortis d'indicateurs et de coefficients de pondération a été déterminée par le groupe sectoriel pour la conduite de l'analyse multicritères.

Les résultats de l'analyse multicritères ont permis de retenir trois (03) technologies par ordre de priorité pour chacun des domaines.

Dans le domaine de l'énergie, les technologies retenues sont :

- Foyers améliorées
- Centrales hydroélectriques
- Toits solaire PV/SHS

Dans le secteur du transport, les technologies retenues sont :

- Tramway
- Biodiesel
- Bus solaire

Ce sont ces technologies qui font l'objet d'analyse des barrières et d'identification des mesures permettant de les surmonter dans la perspective de l'élaboration d'un plan d'actions pour leur diffusion.

Chapitre I. Secteur de l'Énergie

1. Vision/Objectifs principaux visés pour le transfert et la diffusion des technologies dans le secteur de l'énergie

La vision principale est fondée sur la nécessité d'aider le Burkina Faso à tenir ses engagements auprès de la communauté internationale pour sa contribution prévue déterminée au niveau national (CPDN) en matière d'atténuation de ses émissions dans le secteur de l'énergie¹. La présente initiative de transfert de technologies s'inscrit dans le cadre du scénario « **conditionnel** » de la CPDN qui consiste à considérer la mise en œuvre des projets d'énergies renouvelables mais dont les financements ne sont pas encore acquis. Dans ce scénario, les perspectives de réduction globale des GES à l'horizon 2030 sont de 13 766 Gg de CO₂ soit 11,6% par rapport à la situation de référence. La contribution du secteur de l'énergie (sans le transport) dans cette réduction est de 219 Gg CO₂.

Ce transfert de technologies contribuera également à faciliter la mise œuvre des projets identifiés dans le Cadre National des Mesures Appropriées d'Atténuation du Burkina Faso.

Par ailleurs les orientations du secteur de l'énergie visent la valorisation des énergies renouvelables, l'amélioration de l'efficacité énergétique et le renforcement du transport de masse à travers des documents cadres tels que le Plan national de développement économique et social (PNDES), la politique nationale de développement durable, la politique sectorielle de l'énergie (POSEN) et son plan d'action, le Plan d'Action National des Energies Renouvelables (PANER) et les documents de stratégie tels la stratégie nationale de développement durable, le plan d'action national (SE4all). Les objectifs visés par ces différents documents portent sur la mise en œuvre des actions ciblant la diffusion des énergies renouvelables (foyers améliorés, biocarburants, énergie solaire).

C'est dans la perspective de contribuer à l'atteinte de ces objectifs de promotion des énergies renouvelables pour l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre dans le secteur de l'énergie, que le transfert de technologies adaptées devra être favorisé en levant les obstacles qui entravent leur diffusion à grande échelle. Les objectifs préliminaires sont déclinés ci-après en fonction des technologies sélectionnées l'étude d'identification des besoins prioritaires :

- **Pour les foyers améliorés**, il s'agit de diffuser 6 millions de foyers améliorés métalliques en milieu urbain et 3 millions de foyers améliorés Banco en milieu rural afin d'atteindre à l'horizon 2030 les taux d'accès de 100% et de 65% respectivement en milieux urbain et rural;

- **Pour les centrales hydroélectriques**, il s'agit de réaliser deux centrales dont l'une de 14 MW à Bagré Aval et l'autre de 12MW à la Bougouriba dans l'optique d'obtenir un potentiel cumulé de productible moyen de 67,3 GWh/an à l'horizon 2030 ;

- **Pour les toits solaires**, il s'agit de réaliser chez les particuliers des installations connectées au réseau de puissance unitaire allant de 500 Wc à 1500 Wc pour atteindre une puissance cumulée de 10 MWc dans le perspective d'une production annuelle d'environ 17 GWh/an à l'horizon 2030.

2. Analyse des barrières et les mesures favorables aux foyers améliorés

2.1. Description générale de la technologie des foyers améliorés

Les foyers améliorés sont des équipements de cuisson dont les performances sont améliorées par rapport au foyer traditionnel. Le foyer traditionnel à bois de référence au Burkina Faso est le foyer à 3 pierres (3PT). Comparés à cette référence, les foyers améliorés permettent d'atteindre des économies de bois de l'ordre de 30% à 40%. Dans le pays, les technologies les plus efficaces adaptés aux besoins des ménages nationaux sont celles développées par l'IRSAT et promues sous le Label ROUMDE par FAFASO. Il s'agit des foyers Ouagamétallique, Burkina mixte, Multimarmite, céramique et le Foyer « trois pierres » amélioré (Foyer 3PA). Le foyer Ouagamétallique est un foyer mono-marmite et mono-combustible (bois). Le foyer Burkina mixte est un foyer mono-marmite et bicomcombustible (bois ou charbon). Le foyer multimarmite est conçu pour plusieurs tailles de marmite et peut être utilisé avec du bois ou du charbon. Le foyer 3PA est un foyer destiné principalement au milieu rural ; il est fabriqué avec du Banco. D'autres foyers comme les foyers éclairs et des foyers rockets ont été introduits plus récemment dans le pays. Au niveau international, à la faveur de l'Alliance mondiale pour les foyers propres (GACC), de nombreux foyers sont développés pour allier les besoins de performance, de sécurité et de protection de la santé des utilisateurs. Les équipements destinés aux ménages, développent des puissances inférieures à 10 Kw.

Plusieurs programmes ont initié des actions de promotion de foyers améliorés dont le plus important demeure à ce jour le programme Foyers améliorés au Faso (FAFASO). Dans le cadre de la mise en œuvre du plan d'action SE4all, il est postulé une perspective de taux d'adoption de 100% en milieu urbain en 2030 avec la diffusion de 6 millions de foyers améliorés métalliques ; Pour le milieu rural la cible est de 3 millions de foyers améliorés Banco pour atteindre un taux d'accès de 65% en 2030. Le foyer de référence considéré est le foyer traditionnel qui a un rendement de l'ordre de 15%.

Sur la base de la projection de diffusion de foyers améliorés de SE4all, et considérant un rendement moyen de 25% pour les foyers améliorés les émissions évitées de CO₂ ont été évaluées à 29 850 Gg d'ici à 2030 soit un taux moyen de réduction annuelle de 2 132 Gg de CO₂/an.

2.2. Analyse des barrières

2.2.1. Barrières économiques et financières

Sur le plan des investissements, les artisans ferblantiers qui fabriquent les foyers améliorés ont des capacités limitées de financement et ils n'ont pas la culture des prêts bancaires pour

leurs activités. Par ailleurs, ils ne disposent généralement pas des moyens de garanties exigées pour les prêts bancaires. Très peu d'initiatives ont été engagées pour mettre en place des mécanismes innovants de financement de l'acquisition des foyers et ceux qui existent sont peu connus des ménages. Toute subvention directe (cas de certains projets) à l'acquisition des équipements pourrait constituer une entrave à une diffusion sur la base d'un marché autoentretenu.

2.2.2. Barrières non financières

Du point de vue du marché, les équipements disponibles ont des coûts qui se situent entre 3000 et 5000 FCFA (foyers métalliques) et ne sont pas accessibles aux populations. La diffusion des foyers améliorés à grande échelle se heurte donc à la faiblesse des revenus particulièrement en milieu rural. La fabrication des foyers métalliques se heurte à la disponibilité/accessibilité des matériaux de base tels que les tôles. Les coûts de ces matières premières sont élevés et les artisans manquent de fonds de roulement pour s'approvisionner en intrants³. La durabilité des équipements (durée de vie de l'ordre de 2 ans) constitue également un frein au renouvellement du premier équipement. Quant aux foyers céramiques dont les coûts sont abordables (moins de 1000 FCFA), la fragilité du matériau et le nombre limité de producteurs constituent une entrave à la grande diffusion. En milieu rural, les populations n'achètent pas le bois ; elles ne s'engagent dans le processus d'acquisition des foyers améliorés que si l'approvisionnement en bois de feu devient ardu.

Sur le plan technique, Seul le projet FAFASO a mis en place un mécanisme de contrôle qualité dans le réseau des fabricants de foyers qu'il a créé. Quelques rares promoteurs sollicitent les services de l'IRSAT pour les tests de foyers améliorés. Les économies des foyers actuellement promus au niveau national sont de l'ordre de 40% et les technologies qui ont des économies plus élevées sont soit trop chères pour les ménages soit inadaptées aux habitudes culinaires. Les fabricants des foyers améliorés sont des artisans avec un faible niveau technique, un faible niveau d'équipement et leur production se fait avec des outils rudimentaires. Par ailleurs, malgré les efforts fournis, il existe toujours un déficit d'information des ménages sur les avantages des foyers améliorés. Certains promoteurs continuent à mettre l'accent sur les questions de préservation de l'environnement pour inciter les messages à se procurer des foyers alors que les ménages sont plus sensibles aux arguments d'économie, de préservation de leur santé. Au niveau national, il n'existe pas de norme permettant de définir ce que c'est qu'un foyer amélioré.

Sur le plan institutionnel, depuis la fin des années 80, les actions d'envergure de diffusion des foyers sont réalisées par les projets ou par quelques ONG ou entreprises privées dans des zones d'intervention limitées. L'Etat n'a pas mis en place un programme d'envergure nationale pour la diffusion des foyers améliorés. L'organisation institutionnelle en place porte en elle des germes de conflit de compétences entre l'Agence Nationale des Energies Renouvelables et de l'Efficacité Energétique (ANEREE) et la Direction générale des Energies renouvelables du ministère en charge de l'Energie pour le mandat de la promotion des foyers

améliorés. Par ailleurs il existe un risque réel de conflits de compétence entre l'IRSAT et l'ANEREE sur le plan des tests sur la qualité des équipements. La question du bois énergie est portée à la fois par le Ministère de l'Energie (demande) et par celui en charge de l'Environnement (offre) mais certains programmes de diffusion des foyers améliorés (maîtrise de la demande) sont sous la tutelle administrative de l'Environnement (ex. FAFASO).

Sur le plan légal et réglementaire, Au plan réglementaire aucune disposition particulière n'est prise pour évaluer les foyers selon une norme définie. Toutefois, l'adoption de la norme ISO sur les foyers améliorés devrait se traduire par une adoption systématique par l'ABNORM. L'intégration des artisans dans le dispositif de production en milieu urbain se heurte à l'absence de réglementation qui sécurise l'implantation de leurs ateliers de fabrication dans un espace adéquat sans risque de conflit avec les populations en raison des nuisances sonores générées par leurs activités de production.

2.3. Mesures identifiées

2.3.1. Mesures économiques et financières

Sur le plan des investissements, il est important de mettre en place un mécanisme d'accès au financement pour les artisans pour moderniser leurs ateliers et évoluer vers une production semi-industriel. Les ferblantiers étant organisés en association par FAFASO, ils pourraient recevoir un appui financier de l'Etat et de ses partenaires pour la mise en place d'espace de production des foyers dans les capitales des 13 régions administratives. Cet investissement devrait être étendu à l'équipement des ateliers en outils de menuiserie métallique (plieuse, rouleuse, poinçonneuse, etc.) et un contrat d'exploitation devrait être établi avec les exploitants organisés.

2.3.2. Mesures non financières

Du point de vue du marché, il faut soutenir la vente des foyers en mettant en place des mécanismes d'acquisition basés sur le principe des portefeuilles électroniques avec les opérateurs téléphoniques pour permettre aux ménages d'acheter les foyers en constituant progressivement l'épargne nécessaire à l'achat des foyers. Des projets de finance carbone devraient être prospectés pour réduire les coûts d'accès aux foyers.

Par ailleurs, à l'image de l'initiative de diffusion de 1,5 millions de lampes économiques, l'Etat devrait mettre en place un programme national pour faciliter la diffusion de foyers en créant un marché intérieur et en supportant les actions de marketing et de communication des promoteurs de foyers améliorés dont la capacité de production serait suffisante pour soutenir une diffusion de grande envergure.

L'état pourrait mettre en place un fonds pour soutenir le secteur privé et les producteurs dans les activités de marketing et de communication pour le développement du marché de diffusion

des foyers. Pour accroître la diffusion des foyers et prendre en compte les intérêts de chaque acteur dans la chaîne de valeur, il serait approprié de mettre en place une plateforme d'innovation multi-acteurs foyers Améliorés.

Sur le plan technique, il faut soutenir la recherche pour la mise au point de technologies plus performantes ou d'adaptation des technologies performantes aux habitudes culinaires et au pouvoir d'achat des ménages. L'IRSAT devra être au service de l'ANEREE pour les tests des foyers selon les normes ISO en cours de développement. Ainsi, les capacités matérielles, infrastructurelles et humaines de l'IRSAT devraient être renforcées. Une action prioritaire devrait être engagée pour définir ce qu'est un foyer amélioré en prenant en compte en plus de l'efficacité énergétique, les émissions, la sécurité et la santé des utilisateurs.

Sur le plan institutionnel, il est important d'optimiser les structures au niveau du ministère en charge de l'énergie et clarifier les rôles de chaque organe. Cette relecture des missions devrait prendre en compte les missions confiées par l'Etat à l'IRSAT qui doit être un bras technique pour les structures de formulation des politiques et des structures de suivi de la mise en œuvre pour l'établissement des données techniques pour l'élaboration des normes par les structures habilitées au niveau national. L'ANEREE devrait jouer un rôle primordial en matière d'orientation et d'animation de la recherche, de production d'informations et d'incitation à l'adoption des foyers améliorés. De ce point de vue, l'ANEREE pourrait assumer la responsabilité de la gestion du fonds de soutien aux activités du secteur privé en partenariat avec les banques et autres institutions financières.

Sur le plan légal et réglementaire, Le Burkina Faso devrait mettre en place un mécanisme de certification des foyers améliorés en développant un label de qualité des foyers en adoptant la norme ISO 19867-1:2018 pour les foyers améliorés.

3. Analyse des barrières et les mesures favorables aux centrales hydroélectriques

3.1. Description générale de la technologie des centrales hydroélectriques

L'énergie hydroélectrique ou hydroélectricité est une énergie électrique obtenue par conversion de l'énergie hydraulique des cours d'eau. Dans certains cas, le cours d'eau est barré, de façon à constituer une réserve. L'eau est alors conduite vers l'usine par un canal de dérivation, dont l'extrémité aval est une conduite forcée. C'est la puissance de l'eau en mouvement qui fait tourner les turbines qui, couplées à un alternateur fournit l'énergie électrique. Les systèmes disponibles sont capables de convertir l'énergie de l'eau en électricité à un rendement voisin de 90%. L'hydraulique est la première ressource énergétique renouvelable utilisée pour la production d'électricité dans le monde. Dans l'espace CEDEAO,

les Centrales hydroélectriques sont regroupées en 5 grandes catégories telles qu'indiquées dans le Tableau 1:

Tableau 1 : Catégorisation des gammes de puissances des centrales hydroélectriques (Source : [baseline survey on small scale hydro-power in the ECOWAS region4](#))

Numéro	Energie
Grande hydro	Plus de 100 MW
Moyenne hydro	30 MW- 100 MW
Petite hydro	1 MW - 30 MW
Mini hydro	100 kW - 1 MW
Micro hydro	5 kW - 100 kW
Pico hydro	Jusqu'à 5 kW

La quantité d'électricité qui peut être générée dans une centrale hydroélectrique dépend de deux facteurs : la hauteur ou front de chute de l'eau et le débit de l'eau. Les centrales à grande hauteur de chute sont les plus communes. Elles utilisent un barrage surélevé. Ce barrage sert également de réservoir d'eau. Pour ces types de barrage le front de chute peut atteindre et même dépasser 1 000 m. Ce type de système est très flexible car il peut être rapidement ajusté à la demande électrique. Les systèmes à faible front de chute sont de l'ordre de quelques mètres. Ils peuvent utiliser des barrages peu élevés ou même fonctionner sans barrage au fil de l'eau. L'inventaire des sites hydrographiques du Burkina Faso réalisé par EDF a permis de retenir environ 70 sites dont le potentiel technique varie entre 6,5 MW et 101,8 MW. La présente proposition est basée sur la réalisation des deux centrales hydroélectriques de Bagré Aval (14 MW) et de la Bougouriba (12MW) dont le potentiel cumulé de productible moyen est de 67,3 GWh/an. La puissance actuelle installée au Burkina Faso est de 32 MW. C'est la capacité cumulée de quatre (04) centrales qui sont Komienga (14 MW), Bagré (16MW), Tourni (0,5 MW) et Niofila (1,5 MW). Cette puissance représentait 9,5% de la puissance totale installée dans le réseau SONABEL en 2015.

La quantité totale d'énergie produite par an étant de 67,3 GWh, en considérant un facteur d'émission de 0,588 tCO₂/MWh, la quantité de CO₂ évitée serait de l'ordre 37,6 Gg CO_{2eq}/an soit 1 583 Gg CO_{2eq} sur la durée de vie du projet.

3.2. Analyse des barrières

3.2.1. Barrières économiques et financières

Sur le plan des investissements, il faut noter un accès inadéquat aux ressources financières. Dans le pays, les institutions financières, et particulièrement les banques mentionnent souvent la question du manque d'accès aux capitaux de financement à long terme comme étant une restriction déterminante à leurs activités de prêts. Les obstacles à l'accès au crédit sont des barrières importantes à l'amélioration du climat des affaires au Burkina Faso⁶. Par ailleurs, l'insécurité croissante (terrorisme) pourrait dissuader les investissements intérieurs et étrangers. La réalisation de ce type d'investissement est fortement dépendant des bailleurs de fonds extérieurs pour des prêts concessionnels de longue durée et à faible taux d'intérêt.

3.2.2. Barrières non financières

Du point de vue du marché, il n'existe pas localement de capacités de production de composants entrant dans la construction d'une centrale hydroélectrique et les procédures de passation des marchés publics sont complexes et les risques de corruption sont persistants dans le pays.

Sur le plan réglementaire et légal, le Burkina Faso a ouvert la production et la distribution de l'électricité au secteur privé mais le transport reste le monopole de la SONABEL qui est elle-même productrice et distributrice et qui propose au décideur les tarifs d'accès au réseau. Cette situation peut être source de contrainte pour un opérateur qui envisage de s'engager dans la production d'hydroélectricité et particulière dans une localité où est absent le réseau de transport. Par ailleurs l'adoption pour une durée de 6 mois de la loi n°042-2017/AN du 03 juillet 2017 portant allègement des procédures de contractualisation du programme des projets de partenariat public-privé met en exergue les difficultés de mise en œuvre de la loi n°20-2013/AN du 23 mai 2013 portant régime juridique du partenariat public privé au Burkina Faso.

Sur le plan institutionnel, l'autorité de régulation du secteur de l'électricité manque de capacité suffisante pour la fixation des tarifs pour le transport de l'électricité ; il n'existe pas dans le pays de tarification préférentielle pour la production d'électricité renouvelable. Le secteur de l'eau fait intervenir plusieurs ministères (Ressources en eau, environnement, agriculture, énergie...) qui ont tous des intérêts par forcément convergents. Au niveau sous régional, la mise en œuvre des projets d'hydroélectricité au niveau national peuvent rencontrer des oppositions de pays qui partagent le même cours d'eau.

Sur le plan technique, le régime hydrologique du pays est très erratique et les saisons de sécheresse, surtout dans un contexte de climat changeant, peuvent constituer un important risque pour la production d'énergie électrique. Les études d'impact environnemental et social, peuvent s'avérer très ardues et coûteuses sur les grands projets de production d'hydroélectricité. En raison du nombre limité de réalisation de cette technologie dans le pays (seulement 4 installations), il n'existe pas de capacités techniques en ressources humaines et en maintenance. Les projets d'envergure peuvent également

constituer une menace pour la préservation de la biodiversité et source de la déforestation.

Sur le plan social et culturel, la construction d'un barrage peut amener des conflits entre les populations en amont et en aval pour le partage de la ressource eau. Par ailleurs la construction de grands barrages peut nécessiter la délocalisation des populations qui, si elles consentent à partir, peuvent demander des couts de dédommagements très importants. La construction des lignes hautes tensions de transmission peut également rencontrer la résistance des populations riveraines.

3.3. Mesures identifiées

3.3.1. Mesures économiques et financières

Sur le plan des investissements, les études de rentabilité devraient être engagées pour rendre disponibles les informations de rentabilité financière sur les sites à fort potentiel de production d'hydroélectricité ; des notes d'informations de projet devront être élaborées pour rechercher des investisseurs privés. Le mécanisme de mise en œuvre du partenariat public – privé au Burkina Faso devrait être élaboré en collaboration avec le secteur privé et le rendre attractif pour les investissements dans le secteur des énergies renouvelables. Pour redonner aux pays sa renommée d'antan de pays sécurisé, il faut positionner la question sécuritaire au plus haut niveau stratégique en renforçant les moyens des forces de défense et de sécurité en mettant un accent particulier sur la protection des investissements structurants dans le domaine des énergies renouvelables à l'image des efforts réalisés dans le secteur minier.

3.3.2. Mesures non financières

Du point de vue du marché, si la question de production de composants entrant dans la construction d'une centrale hydroélectrique est difficile à envisager, l'Etat pourrait au moins alléger les procédures de passation des marchés publics sur cette matière mais avec une plus grande vigilance des institutions de contrôle pour juguler les risques de corruption persistants dans le pays.

Sur le plan réglementaire et légal, le Burkina Faso qui a ouvert la production et la distribution de l'électricité au secteur privé gagnerait à revoir le monopole de transport accordé à la SONABEL qui est potentiellement concurrente des éventuels acteurs privés intéressés par le secteur de production et de distribution de l'électricité. A cet effet, l'Etat pourrait créer une société de patrimoine qui gèrerait les infrastructures de transport de l'électricité ce qui mettrait les acteurs de la production et de la distribution de l'électricité (SONABEL et Privés) sur le même pied d'égalité face au marché

16 Par ailleurs, la mise en relief des difficultés d'application de la loi n°20-2013/AN du 23 mai 2013 portant régime juridique du partenariat public privé au Burkina Faso, commande sa relecture pour mettre en place une réglementation favorable à une mise en œuvre commode de ce type de partenariat.

Sur le plan institutionnel, Il faut renforcer les l'autorité de régulation du secteur de l'électricité pour la fixation des tarifs pour le transport de l'électricité ; Le pays devrait également adopter une tarification préférentielle pour la production d'électricité renouvelable. Il est également important de mettre en place une structure interministérielle regroupant le secteur de ressources en eau, de l'environnement, de l'agriculture et de l'énergie pour définir, à l'attention de potentiels investisseurs, les cahiers de charge d'exploitation des principaux bassins hydrographiques en prenant en compte les préoccupations des parties prenantes au niveau national et celles des pays qui partagent avec le même réseau hydrographique.

Sur le plan technique, les dernières études sur le potentiel de production d'hydroélectricité sont relativement anciennes (près de 20 ans), et les effets du changement climatique sur le régime de l'eau doit être évalué à travers des mesures in-situ et l'utilisation des modèles numériques pour simuler l'évolution du potentiel dans un contexte des changements climatiques. Il faut anticiper en engageant les études d'impact environnemental et social, des grands projets de production d'hydroélectricité. Pour le développement des ressources humaines, il faut appuyer les structures de formation universitaires en ressources techniques (plateaux techniques) pour le renforcement des curricula et le développement des modules de formation sur l'hydroélectricité.

Sur le plan social et culturel, il faut instaurer des actions de communication et de sensibilisation des populations et de la société civile et intégrer dans les cahiers de charges des projets de construction de centrales hydroélectriques des actions de développement des communautés qui peuvent être affectées par leur mise en œuvre.

4. Analyse des barrières et les mesures favorables aux toits solaires

4.1. Description générale de la technologie des toits solaires

Le toit solaire consiste en l'installation sur le bâtiment résidentiel d'un générateur solaire photovoltaïque raccordé au réseau intérieur du bâtiment pour la fourniture de l'énergie électrique. L'option retenue dans la présente configuration intègre un champ de modules silicium monocristallin, un convertisseur, un régulateur de charge/décharge et des batteries d'accumulateurs. Le surplus de l'énergie produite sera injecté (hors charge des batteries) via un compteur réversible sur le réseau. Le champ PV sera fixe avec une orientation sud de 15°. Plusieurs projets de puissance unitaire comprise entre 500 Wc et 1,5 kWc sont envisagés pour arriver à une puissance cumulée de 10 MWc. Une ligne de crédit mise en place avec le secteur bancaire de la place permettrait aux consommateurs de se détourner de la solution groupe électrogène (moins chère à l'achat) et de s'orienter vers le solaire (cher à l'investissement initial mais à faible coût d'opération) pour pallier les nombreux délestages que connaît le pays lors des périodes de pointe.

Bien que la technologie PV soit en pleine croissance au Burkina Faso, son taux d'adoption reste encore faible. Dans le cadre de ce projet, le système préconisé est prévu substituer une

production qui aurait dû être réalisée par le réseau électrique (SONABEL). La situation de référence considérée est donc celle du réseau interconnecté SONABEL dont l'évaluation du facteur d'émission établi dans le cadre d'une étude conduite au niveau régional⁸ en 2014 est de 0,588 tCO₂/MWh. Sur la base d'une puissance cumulée de 10 MWc installée au Burkina Faso où l'ensoleillement moyen est de 5,5 kWh/m²/jour, la production annuelle attendue évaluée avec le logiciel retscreen⁹ est de 17 GWh/an. Sur cette base, les émissions évitées sont de 11 Gg CO_{2eq}/an soit 275 Gg sur la durée de vie du projet.

4.2. Analyse des barrières

4.2.1. Barrières économiques et financières

Sur le plan des investissements, les installations solaires individuelles se heurtent à un problème de coût élevé de l'investissement initial ; Le nombre insuffisant d'unité de montage dans le pays réduit les options de réduction coûts des produits et des composants du système. Par ailleurs, le pays ne dispose pas de mécanisme de contrôle qualité des équipements et la qualité des équipements disponibles n'incite pas les banques à prendre le risque de faire des prêts bancaires pour l'installation d'équipements qui peuvent connaître des avaries avant la fin du remboursement du crédit par les clients. Les données réelles sur la rentabilité et le temps de retour de l'investissement sont méconnues au point que les ménages ne perçoivent pas les gains économiques de ces installations. L'absence de capacités des banques ou autres institutions financières pour évaluer les risques ou la rentabilité dans le domaine des énergies renouvelables est également un obstacle pour leurs investissements dans le secteur.

4.2.2. Barrières non financières

Sur le plan du marché, le développement durable des toits solaires se heurte au faible revenu des ménages qui ne peuvent accéder aux produits de qualité ; la multiplicité des fournisseurs non professionnels vendant des équipements dont la qualité n'est pas garantie est également une source de méfiance des clients ; Les installateurs ne sont pas certifiés sur la base de leur expertise technique. Le marché local des éléments du « balance of the system » est très peu développé, ce qui contribue à un coût élevé des équipements et à rendre compliquée la maintenance sur des systèmes à travers la non disponibilité des pièces de rechange. Le coût des accumulateurs est exorbitant et constitue un facteur limitatif du développement du marché du solaire. L'absence d'un système de comptage de l'énergie injectée dans le réseau de distribution ne permet pas aux ménages qui ont réalisé des installations d'améliorer la rentabilité de leurs investissements par un système de compensation par un comptage différentiel de l'énergie consommée et de celle injectée dans le réseau de distribution. Les procédures de marché public devraient être révisées de sorte à rendre éligibles les petites structures techniques qui n'ont pas les capacités financières élevées et éviter les structures qui ont des chiffres d'affaires importants mais qui n'ont aucune capacité technique.

Sur le plan technique, les installateurs et fournisseurs d'équipement n'ont pas toujours les compétences techniques requises. La multiplicité des équipements de spécifications

techniques diverses disponibles sur le réseau de distribution constitue un risque de dysfonctionnement du réseau. D'un autre côté l'instabilité du réseau électrique peut entamer la fonctionnalité des équipements du système solaire avec de rupture de service par disjonction de leurs dispositifs de protection contre les surtensions et autres fluctuations. Il n'existe pas de service technique fourni au ménage pour leur permettre de connaître la taille de l'installation qui leur convient et quel impact ils peuvent attendre d'une installation solaire sur leur facture d'électricité. La diffusion de l'énergie solaire doit s'accompagner d'actions d'efficacité énergétique avec l'utilisation d'équipements efficaces (Lampes basse consommation, climatiseur inverter etc) et pour être optimale, l'intégration du solaire dans le réseau des ménages doit être planifiée depuis la conception des bâtiments. **Sur le plan réglementaire et légal**, l'absence de normes pour l'importation et l'installation d'équipements solaires raccordés au réseau de basse tension ne permet pas d'anticiper et prévenir les mauvais équipement et les mauvaises installations ; Par ailleurs, les textes d'application de la loi n°014-2017/an portant réglementation générale du secteur de l'énergie ne sont pas pris par le gouvernement ce qui ne permet pas de mettre en place un cadre réglementaire et tarifaire permettant l'injection au réseau électrique.

Du point de vue social et culturel, les populations ont une mauvaise perception des potentialités de la technologie car elles espèrent d'elle plus que ce qu'elle peut réaliser. D'autres avis contraires persistent pour dire que la qualité de l'énergie solaire est inférieure à celle du réseau électrique « *Une lampe alimentée au solaire éclairerait moins qu'une lampe alimentée par l'électricité du réseau* ». La crédibilité du solaire est également entamée par les actions de publicité mensongère de certains promoteurs qui ont engagé des clients dont les attentes ont été déçues.

4.3. Mesures identifiées

4.3.1. Mesures économiques et financières

Sur le plan des investissements, pour agir sur la difficulté de constituer les ressources financières pour réaliser l'investissement initial, il faudrait mettre en place un fonds d'investissement pour les énergies renouvelables que pourrait endosser l'ANEREE. Ce fonds devrait subventionner un pourcentage de l'investissement initial. Par ailleurs, une ligne de crédit pourrait être mise en place dans les banques pour permettre de couvrir le reste de l'investissement initial. Le recouvrement du crédit se ferait alors sur la base de la facture d'électricité du ménage payée à SONABEL. Des mesures fiscales incitatives pourraient être faites à l'attention d'investisseurs qui souhaitent mettre en place des unités de montage de modules solaires et des composants dans le pays. Ces mesures pourraient être accompagnées d'engagement ferme de l'Etat à leur assurer une part du marché intérieur. Pour rassurer les banques et autres structures, le pays devrait mettre en place un mécanisme de contrôle qualité des équipements par la mise en synergie des capacités de l'IRSAT et de l'ANEREE. Ces deux structures devraient œuvrer à produire et diffuser des fiches techniques sur la rentabilité technico-économique des investissements dans le domaine du solaire.

4.3.2. Mesures non financières

Sur le plan du marché, Un mécanisme de certification des installateurs devrait être mis en place et une base de données des installateurs agréés pourra être constituée et accessible en ligne afin d'orienter les ménages. Il faudra introduire des compteurs électriques réversibles dans les réseaux de distribution de SONABEL afin de compenser les injections.

Sur le plan technique, il faut élaborer et mettre en œuvre un programme de renforcement de capacités des structures de formation technique de niveau CAP, BEP et universitaire dans le domaine de l'énergie solaire.

L'IRSAT, l'ANEREE, l'ABNORM, SONABEL doivent engager des actions pour la définition des spécifications techniques des équipements et les conditions de leur raccordement au réseau de distribution.

L'ANEREE devrait mettre en place un guichet d'information et d'appui conseil de la population sur les installations solaires et une stratégie de communication devrait être élaborée pour une large information des différentes parties prenantes. Une taxation différentielle pourrait être appliquée pour l'importation des équipements de consommation énergétique en fonction de leur efficacité. L'étiquetage énergétique devrait être mise en place.

Sur le plan réglementaire et légal, le Burkina Faso devrait élaborer des normes pour l'importation et l'installation d'équipements solaires raccordés au réseau de basse tension. Par ailleurs, les textes d'application de la loi n°014-2017/AN portant réglementation générale du secteur de l'énergie doivent être pris par le gouvernement en vue de mettre en place un cadre réglementaire et tarifaire permettant l'injection au réseau électrique. Il est nécessaire de relire la loi N° 051-2012/AN portant loi de finances pour l'exécution du budget de l'Etat, pour en étendre la validité au-delà de l'année 2018.

Du point de vue social et culturel, des vitrines de démonstration des équipements d'énergie solaire devraient permettre une plus large information des populations.

5. Interrelations entre les barrières identifiées dans le secteur de l'énergie

Le transfert des technologies du secteur de l'énergie se heurte principalement au coût élevé des investissements pour les options technologiques retenues. Le marché des énergies renouvelables est relativement nouveau ce qui se traduit par une multitude d'acteurs peu qualifiés. La faible qualité de l'offre de service et le faible revenu des populations font que ces technologies nécessitent une subvention pour les rendre attractives et compétitives. La mise en place de normes et d'un mécanisme de certification des équipements est exigée pour les toits solaires et les foyers améliorés pour lesquelles une stratégie de communication et de marketing est fondamentale. Toutes les technologies proposées nécessitent un renforcement de capacités techniques tant au niveau institutionnel que technique. La clarification de la réglementation nationale est prioritaire pour le transport de l'électricité générée par l'énergie

hydraulique en site isolé et pour l'injection de l'électricité générée par les toits solaire dans le réseau de distribution.

6. Cadre favorable pour surmonter les barrières du secteur de l'énergie

Le cadre propice pour surmonter les barrières est commun à l'ensemble des trois technologies sélectionnées dans le secteur de l'énergie et prend en compte les points suivants :

- **Sur le plan réglementaire et institutionnel**, le plan de développement économique et social (PNDES) du Burkina Faso offre un cadre approprié pour le transfert des technologies identifiées dans le secteur de l'Energie à travers le secteur de planification « **Transformations industrielles et artisanales** ».

Tous les textes d'application de la loi n°014-2017/AN portant réglementation générale du secteur de l'énergie doivent être pris par le gouvernement en vue de fournir une base légale pour l'injection au réseau, pour la tarification de l'énergie injectée au réseau, pour les conditions de transport de l'électricité produite par un privé dans une localité isolée. Des prix de vente de l'électricité d'origine renouvelable doit être suffisamment incitatif pour susciter l'intérêt des investisseurs et pour permettre au ménage qui injecte une partie de sa production solaire dans le réseau de distribution d'avoir des compensation sur leurs factures. Pour être incitatifs, les coûts d'achat de l'électricité d'origine renouvelable doit être fixé à coût supérieur au coût de production le plus élevé du réseau thermique. A terme il peut être plus juste de créer une société de transport de l'électricité qui aura une neutralité vis-à-vis des différents producteurs et distributeurs.

La mise en place d'une plateforme de dialogue entre les décideurs et les acteurs du secteur de l'énergie permettra de prendre des textes sur la base des préoccupations au niveau opérationnel. Au niveau institutionnel, il est important de relire les textes portant organisation du ministère en charge de l'Energie pour mieux clarifier les périmètres de chaque acteur et/ou pour optimiser certaines structures afin de pas créer des doublons au niveau national.

Dans le domaine des foyers améliorés, il est important de créer et soutenir l'alliance burkinabé sur les foyers améliorés pour relayer au niveau national les objectifs de l'alliance mondiale sur les foyers propres (GACC) en endossant les objectifs de cette dernière.

Il est également important de soutenir la réorganisation et l'opérationnalisation de l'association des professionnels du solaire (APROFA).

- **Sur le plan du renforcement des capacités**, la première norme internationale **ISO 19867-1:2018** pour les foyers améliorés qui vient d'être adoptée par l'organisation internationale de la normalisation (International Organization for Standardization: ISO) doit avoir sa traduction au niveau national par la mise en place d'un mécanisme approprié de certification des foyers améliorés. Pour ce faire, il faut mettre en place une organisation institutionnelle qui implique le ministère en charge de l'Energie, l'IRSAT et l'ABNORM pour entamer les travaux sur les procédures de certification. Cela supposerait des

renforcements des capacités de tous ces acteurs pour s'approprier et utiliser la nouvelle norme.

Le développement de la recherche scientifique et technologique au service du transfert des technologies identifiées est également essentiel à la fois la pour la promotion des toits solaires et des foyers améliorés de qualité

- **Sur le plan du marché**, La promotion des foyers améliorés et des toits solaires pour en améliorer leur taux de diffusion, doit s'envisager sous formes d'actions de grande envergure de l'Etat non pas en tant que promoteur mais en tant que facilitateur de la création d'un marché basé sur la qualité dont il sera le garant. La rentabilité de ce marché doit également être favorisée par des subventions indirectes à travers le financement de la stratégie de communication et de marketing des entreprises dont la capacité de production est importante et dont la qualité des équipements est avérée. Le financement de ces initiatives pourra se faire dans le cadre d'un fonds carbone mis en place à cet effet.

Chapitre II. Secteur du transport

1. Vision/Objectifs principaux visés pour le transfert et la diffusion des technologies dans le secteur du transport

La vision est d'établir des modes de transport urbain et interurbain au Burkina Faso, garantissant aux populations un service accessible, de qualité et durable ayant une faible intensité carbone. Cette vision prend en compte les considérations de l'axe 2 de la politique sectorielle INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT, DE COMMUNICATION ET D'HABITAT (PSITCH)» 2018 – 2027 qui est relatif au « Développement des équipements et des infrastructures durables et résilientes » avec un objectif stratégique de « Promotion de l'aménagement durable des espaces urbains et ruraux ». Un effet attendu de cette orientation est l'amélioration de la mobilité urbaine et la réduction de la pollution atmosphérique.

La vision s'insère également dans la politique sectorielle de l'énergie qui vise entre autres à entreprendre des actions en faveur de la promotion des biocarburants pour diversifier l'offre en produits énergétiques liquides.

Enfin, la vision est aussi basée sur les orientations de l'axe 2 « **Planifier à long terme le transport dans le Grand Ouaga** » du document d'Actualisation de la stratégie de développement du secteur des Transports au Burkina Faso. Ces orientations visent à moyen/long terme, l'introduction de modes de transport en commun supérieurs, de type Tramway, introduits avec succès dans un certain nombre de capitales Africaines.

Les objectifs préliminaires sont déclinés ci-après en fonction des technologies sélectionnées et de l'étude d'identification des besoins prioritaires :

- **Pour le Tramway**, il s'agit de réaliser dans la ville de Ouagadougou, en mode PPP avec un package de fiscalités favorables, un corridor de circulation de 20 km couvert par un système hybride constitué d'une centrale solaire raccordée au réseau électrique et dont la production correspondrait au besoin énergétique du tramway dans l'optique de prendre en charge 5% des transports urbains et réduire les émissions de CO₂ de 5% sur l'ensemble des modes de transport de la ville ;

- **Pour les Biodiesel**, il s'agit de produire 4500 m³/an de biodiesel à partir du *Jatropha Curcas* en vue de formuler un carburant pour véhicule Diesel contenant 95% de gasoil et 5% de Biodiesel dans l'optique de substituer 1% de la consommation nationale en gasoil.

- **Pour les Bus solaire**, il s'agit d'introduire, à travers un mécanisme de PPP, 225 bus électriques alimentés par énergie solaire pour le transport des étudiants dans les villes universitaires du Burkina Faso.

2. Analyse des barrières et les mesures favorables au Tramway

2.1. Description générale de la technologie du Tramway

Les tramways sont des systèmes de transport urbain ou interurbain de masse pouvant transporter près de 7 000 personnes par heure dans un couloir et sont donc adaptés aux itinéraires qui ont moins de voyageurs que les systèmes ferroviaires usuels (trains et métros) mais généralement plus que les systèmes de bus. Ils circulent sur des voies ferrées équipées de rails plats implantés en site propre ou encastrés à l'aide de rails à gorges dans la voirie routière. Le tramway est généralement à traction électrique. Pour sa réalisation au Burkina Faso, nous postulons que le corridor de circulation sera couvert par un système hybride constitué d'une centrale solaire raccordée au réseau électrique et dont la production correspondrait au besoin énergétique du tramway. La mise en œuvre du projet tramway devrait être fondée sur deux mécanismes de partenariat public-privé avec un package de fiscalités favorables (exonération des droits de douanes pour l'importation des trams, des systèmes solaires, subvention tarifaire pour certaines catégories d'utilisateurs ...). Un PPP portera sur la réalisation et la gestion du système de tramway et un autre relatif à la production et la fourniture d'électricité par le système hybride solaire + réseau. La distance planifiée est de 20 km de circulation. La sécurisation du système sera basée sur une convention de continuité d'approvisionnement énergétique avec la société nationale d'électricité. Le projet a donc deux composantes l'une portant sur les infrastructures de tramway et l'autre sur les infrastructures de production d'électricité solaire raccordée au réseau.

Il n'existe pas d'expérience de réalisation de Tramway au Burkina Faso. Le transport urbain en forte croissance est satisfait par les deux roues notamment motorisées, les voitures particulières et dans une moindre mesure le transport de masse par Bus. L'hypothèse de mise en œuvre proposée est que le tramway prenne en charge 5% des transports de la ville de Ouagadougou.

Le tramway contribuera à réduire les émissions de CO₂ de 5% sur l'ensemble des modes de transport de la ville. Les projections du plan stratégique de SOTRACO estiment que les émissions du transport pour la ville de Ouagadougou seront de l'ordre de 1 958 tonnes de CO₂/ jour en 2015. Nous considérons une référence d'émission de 2000 tonnes CO₂/ jour sur lesquelles le tramway contribuera à une économie de 5% pour aboutir à une baisse globale de 36,7 GgCO₂/an.

2.2. Analyse des barrières

2.2.1. Barrières économiques et financières.

Sur le plan des investissements, le tramway est une technologie inexistante dans le contexte du Burkina Faso. Estimé en fonction des données disponibles par ailleurs^{11,12} le coût de réalisation d'une ligne de tramway au Burkina Faso serait de l'ordre de 13 millions euro/km. Ce niveau d'investissement est très important par rapport aux ressources financières de l'Etat burkinabè. Le mécanisme de partenariat public privé est relativement nouveau dans le pays ce

qui ne donne pas suffisamment de recul aux investisseurs étrangers sur la viabilité de ce mécanisme dans le contexte national. Le temps de retour de l'investissement pourrait s'avérer très long pour être attractif pour les potentiels investisseurs.

2.2.2. Barrières non financières

Sur le plan du marché, il n'existe pas d'études de rentabilité pour le développement de cette technologie au Burkina Faso. La prédominance des deux roues constitue un facteur limitant pour le transport de masse. Le niveau faible des revenus des ménages nécessite la mise place de subventions pour le développement des transports de masse. La compétitivité avec les acteurs traditionnels de transport qui pratiquent des prix bas (300 FCFA la course en taxi).

Sur le plan technique, le tramway est très consommatrice d'énergie. La demande de puissance électrique peut évoluer entre 300 et 750 kW¹³ alors que l'offre d'énergie électrique du pays n'est pas suffisante. La non prise en compte du tramway dans les plans d'aménagement urbain actuel est également une contrainte à lever.

Sur le plan règlementaire et légal ; l'absence d'une politique de mobilité urbaine n'a pas permis de mettre en place une réglementation y relative.

Du point de vue social, culturel et comportemental, le burkinabè n'a pas une culture de transport en commun en raison de la prédominance des engins à deux roues. Par ailleurs la qualité de service rendu par le seul opérateur de transport en commun est telle que la population a une mauvaise perception de ce moyen de mobilité urbaine. A titre d'illustration, les besoins de mobilité satisfaits en 2009 par l'offre de transport en bus ne représentaient que 0,5% des moyens de déplacement contre 44,7 % pour les engins à 2 roues à Ouagadougou.

2.3. Mesures identifiées

2.3.1. Mesures économiques et financières

Sur le plan des investissements, il faut conduire une étude d'évaluation des actions de partenariat public – privé dans lesquels le pays s'est engagé dans le passé pour identifier les insuffisances et prendre des mesures incitatives pour attirer les investisseurs. Le pays doit négocier avec les partenaires techniques et financiers des prêts concessionnels à long terme et à faible taux d'intérêt pour atténuer les inconvénients du long temps de retour sur investissement de cette technologie.

2.3.2. Mesures non financières

Sur le plan du marché, il est important de réaliser les études de rentabilité sur le tramway au Burkina Faso. Une augmentation de la taxation sur l'importation des engins à deux roues pourrait être faite pour mettre en place une subvention pour le transport en commun. L'assiette de prélèvement pourrait être élargie aux hydrocarbures.

Sur le plan technique, La mise en place du tramway doit s'accompagner par l'augmentation de l'offre d'énergie électrique du pays et cela devrait se faire avec l'énergie solaire dont l'étude de réalisation devrait être engagée en même temps que celle de la faisabilité du tramway. Il faut relier les Schémas directeurs d'aménagement urbain en prévoyant l'intégration du tramway dans le plan de mobilité urbaine. Il faut également recruter et former des maintenanciers et conducteurs de tramway, etc.

Sur le plan réglementaire et légal ; l'élaboration d'une politique de mobilité urbaine devrait être engagée en identifiant les mesures favorables au transport en commun et celles qui pourraient freiner l'utilisation des engins à deux roues. En outre il faut renforcer la réglementation sur l'utilisation du GPL subventionné comme carburant de transport des taxis et mettre l'accent sur le contrôle afin de rendre compétitif le tramway.

Du point de vue social, culturel et comportemental, il faut instaurer des actions de communication et de sensibilisation des populations et implémenter la démarche qualité dans le secteur du transport en commun afin de changer la perception des usagers. Instaurer des parkings à faible coût dans les terminus et autres arrêts de grande affluence du tramway en vue d'inciter les passagers à privilégier l'usage de ce dernier.

3. Analyse des barrières et les mesures favorables au Biodiesel

3.1. Description générale de la technologie du Biodiesel

Le Biodiesel est un combustible qui peut être produit à partir des huiles végétales pour substituer une partie du gasoil consommé pour le transport. Il peut être obtenu par la transformation chimique de l'huile avec un alcool en présence d'un catalyseur selon un procédé appelé transestérification. Ce biodiesel est reconnu comme ayant de meilleures caractéristiques de carburant par rapport aux huiles végétales pures. En effet la viscosité du biodiesel est réduite et cela le rend plus adapté à la combustion dans un moteur de type Diesel.¹⁵ Dans le cadre de la présente initiative, il s'agira de transformer une huile végétale, le *Jatropha Curcas* L. (Physic nut en Anglais, Bagani en Bambara) communément appelé pourghère en Biodiesel. La réaction de transestérification est généralement effectuée dans

deux réacteurs en série, de même capacité, avec des temps de séjour optimisés permettant d'obtenir un taux maximum de conversion et une qualité d'esters répondant le mieux possible aux spécifications imposées aux esters carburants. Cette qualité est encore améliorée par lavage à l'eau à contre-courant qui élimine les traces de catalyseur, de glycérine et de méthanol. Enfin, le séchage de l'ester est effectué sous pression réduite entre 40 et 60 mbar à 140 °C. Le Jatropha, originaire d'Amérique du Sud, est une plante qui s'adapte aux conditions pédoclimatiques du Burkina Faso. Sous les latitudes du pays la productivité est de l'ordre 400 litres (0,34 TEP) d'huile à l'hectare.

Il est fait l'hypothèse de substituer 1% (4 500 m³) de la consommation nationale en gasoil par le biodiesel produit à partir du Jatropha pour le transport motorisé Diesel. Ce besoin requiert l'emblavement d'environ 36 000 ha en Jatropha. Il est supposé également que les coûts de production du biodiesel seront tels que le produit demeure compétitif par rapport au gasoil et que la compétition de la plante avec les cultures alimentaires sera limitée. Un marché intérieur devra se développer pour la production de graines de Jatropha dès lors qu'une unité de production de Jatropha sera en voie d'implantation. Il est également supposé que le Biodiesel sera diffusé en blending de 5% (B5) dans les moteurs, configuration qui ne nécessite pas de modification des véhicules.

Des travaux et initiatives épars ont été engagés au Burkina Faso sur la valorisation des huiles végétales depuis les années 80 avec des essais moteurs utilisant l'huile brute. Des travaux de recherche ont également été conduits pour la maîtrise de l'agronomie du Jatropha. Les expériences d'utilisation énergétiques restent marginales. La production de Biodiesel est quasi inexistante dans le pays.

Le biodiesel en mélanges de 2 % génère de 1 à 2 % moins d'émissions de GES que le gasoil. Un mélange à 20 % produit 12 à 18 % d'émissions en moins que le gasoil ; nous admettons qu'utilisé en mélange B5, les émissions seront réduites de 3% par rapport au gasoil. Sur la base des 4 500 m³/an, les émissions évitées escomptées sont de 7,2 GgCO₂/an.

3.2. Analyse des barrières

3.2.1. Barrières économiques et financières

Sur le plan des investissements, la grande majorité des projets exécutés dans le secteur des biocarburants n'a pas formellement abouti à la mise en place d'une filière organisée et

fonctionnelle au point que la technologie représente un risque pour les potentiels investisseurs.

La mise en œuvre de projets d'envergure se heurtera au besoin de financement conséquent pour lesquelles les banques ou autres investisseurs observent une attitude de méfiance au regard de l'absence de preuve que cette technologie est viable sur le plan commercial.

Au niveau agricole, le développement de plantations à des fins de biocarburant nécessite de grands investissements et des coûts opérationnels assez lourds. De plus, la mise en place d'unité de production nécessite également la mobilisation de moyens financiers conséquents dans un contexte où le système bancaire est faiblement outillé pour appréhender les risques techniques associés au financement d'une filière nouvelle et où les coûts financiers sont relativement élevés.

Le caractère évolutif de la technologie biocarburant est également un facteur de risque pour effectuer des investissements dans le secteur. En effet, si des développements fulgurants interviennent dans le domaine des biocarburants de 2ème (à base de matières lignocellulosique) ou de 3ème (à partir d'algues) génération, toute l'industrie des biocarburants de 1ère génération (à base d'huiles végétales, de produits sucriers ou amylicés) risque de devenir obsolète et non compétitive ce qui rendrait ainsi non viables les investissements réalisés dans cette dernière filière.

3.2.2. Barrières non financières

Sur le plan technique, le transport au Burkina Faso est largement dominé par les hydrocarbures avec une persistance des engins à deux roues. Les biocarburants ont le plus souvent connu un regain d'intérêt à l'occasion des flambées des prix des produits pétroliers ; cette attitude de réaction dans des conditions d'urgence n'a pas permis de produire toutes les informations utiles à la maîtrise et au développement de la technologie. Ce déficit d'information a entamé les prises de décision éclairées du point de vue institutionnel ou au niveau du secteur privé local. L'information sur les méthodes culturales, les productivités agricoles, les technologies de transformation et le marché est telle que la maîtrise de ces technologies et du savoir-faire constituent un goulot d'étranglement pour la promotion de la technologie. Le saut technologique nécessaire pour la mise en place d'unités de production de biodiesel constitue également une contrainte dans la mesure où il n'existe pas d'expertise technique appropriée en termes de ressources humaines qualifiées, de disponibilité de filière opérationnelle d'approvisionnement en intrants, de disponibilité de normes spécifiques à la formulation et à l'utilisation du biodiesel.

Sur le plan des matières premières et de la logistique, la finalité de la production de biodiesel étant de fournir un produit comparable au gasoil pour le transport à un prix compétitif, il est

important de lever les obstacles relatifs à l'accès à la ressource biomasse à travers une meilleure appréhension des coûts d'approvisionnement de l'unité industrielle de transformation. Pour cela, les points suivants méritent une attention particulière :

- **la collecte et le transport** : En raison de la faible densité énergétique de la biomasse, le coût de collecte et de transport par quantité d'unité énergétique est plus élevé que celui de l'équivalent hydrocarbure. Cette situation est amplifiée par le faible niveau d'infrastructure routière, ferroviaire qui constitue un frein à la collecte de matières premières potentiellement disponibles. Les coûts de logistiques sont alors exorbitants. Des matières premières sont perdues sur place (au niveau des zones de production). Les coûts d'approvisionnement des usines peuvent alors s'avérer exorbitants.

- **La compétitivité de la matière première avec les productions alimentaires et de rente.** La production en champs de la principale ressource visée, à savoir le Jatropha, se heurte à une compétition de ressources (terre, eau, main d'œuvre, etc.) avec les autres cultures prioritaires. Cette compétition fait l'objet de la mobilisation de la société civile qui veut s'assurer qu'il ne s'agit pas de promouvoir les intérêts des grands groupes industriels au détriment des besoins prioritaires des populations.

Sur le plan du marché, Il n'existe pas de demande avérée de biodiesel parce qu'il n'y a pas d'obligation de consommation de ce produit ou de produit formulé à partir de biodiesel. La volatilité des prix des produits pétroliers constitue un risque important pour la rentabilité du biodiesel tout autant que le potentiel marché nouveau de la matière première qui peut connaître des évolutions inattendues au niveau des producteurs. La subvention des hydrocarbures actuellement consentie par l'Etat peut également jouer en défaveur du biodiesel et le développement de cette technologie pourrait s'opposer aux intérêts des opérateurs traditionnels dans la chaîne de transport et de distribution des hydrocarbures.

Sur le plan réglementaire et légal, le niveau de prise de conscience des décideurs sur la pertinence des biocarburants reste encore insuffisant au point qu'à ce jour il n'existe pas d'outils fiscaux incitatifs pour la promotion de la filière et encore moins de textes spécifiques à la régulation du secteur permettant à un investisseur de s'engager dans la production de plantations dédiées sur des terres sécurisées par un régime foncier favorable ; L'absence de normes et de mécanisme de contrôle qualité spécifiques à la filière biocarburant constitue également une entrave au développement de la filière

Sur le plan institutionnel, il y a une multitude d'acteurs institutionnels auxquels les promoteurs sont confrontés dans le cadre des initiatives qu'ils engagent dans la filière. Plus de cinq ministères interviennent dans la filière: le Ministère en charge de l'énergie, le ministère en charge commerce et de l'industrie, le ministère en charge du transport, le ministère en charge de l'agriculture, le ministère en charge de l'économie et des finances, le ministère en charge de l'environnement etc. Le Comité Interministériel chargé de la Coordination des Activités des Filières Biocarburants (CICAFIB) mis en place par l'Etat est une structure

consultative qui n'assure pas un rôle de coordination avec la mise en place d'un guichet unique pour faciliter les démarches administratives et règlementaire des promoteurs.

3.3. Mesures identifiées

3.3.1. Mesures économiques et financières

Sur le plan des investissements, il faut conduire une étude pour évaluer les projets qui ont été exécutés dans le secteur des biocarburants en vue d'identifier les insuffisances et orienter les actions futures. L'Etat devrait jouer un rôle moteur dans le processus de développement de cette technologie. De ce fait, l'Etat devrait prospecter des actions de joint-venture à travers une société d'Etat comme SONABHY et une firme multinationale pour un co-investissement pour le transfert de la technologie Biodiesel.

Il faut renforcer les relations de partenariat entre le secteur bancaire et les structures techniques pour permettre une meilleure évaluation technico-économique des projets d'investissement dans le biodiesel.

Le Burkina Faso doit maintenir une veille technologique dans le domaine des biocarburants et élaborer des plans d'ajustement aux évolutions technologiques.

3.3.2. Mesures non financières

Sur le plan technique, les mesures visent à intensifier la recherche scientifique et technologique sur les biocarburants en vue de produire les informations nécessaires aux prises de décision. Des recherches sur l'agronomie des ressources potentielles dans les différentes zones agro écologiques du pays sont nécessaires et les programmes de sélection et d'améliorations variétales sont essentiels. Sur le plan de la transformation des ressources de base, des travaux de recherches devraient également être engagés pour permettre de produire les données techniques sur l'extraction, les équipements et les procédés les plus adaptés au contexte national. La valorisation des sous-produits devrait faire l'objet d'actions de recherche. La recherche devra également produire des informations sur la compétitivité de la production en champs du Jatropha, en terme de mobilisation de ressources (terre, eau, main d'œuvre, etc.) avec les autres cultures prioritaires. La prospection d'autres ressources comme le coton ou le tournesol devrait être engagée. Les conditions optimales d'association avec les cultures alimentaires et de rente annuelles devraient être déterminées.

Il faut renforcer les programmes de formation technique et universitaire sur les métiers des biocarburants et des services connexes.

Sur le plan des matières premières et de la logistique, l'expérience de la Société des fibres textiles (SOFITEX) dans le domaine du coton devrait être capitalisée en vue d'établir une organisation et des infrastructures de collecte et le transport de la matière première.

Sur le plan du marché, Un objectif d'intégration de biodiesel dans le secteur du transport devrait être défini par l'Etat. Le mécanisme de subventionnement appliqué sur les hydrocarbures devra être étendu au biodiesel en vue de garantir un prix rentable pour le producteur. Les acteurs de la chaîne de valeur de la filière biodiesel devrait être organisés et une plateforme d'innovation multi acteurs devrait être mise en place pour instaurer un dialogue qui permette de garantir les intérêts de chaque partie prenante.

Sur le plan réglementaire et légal, Une plateforme de dialogue acteurs et décideurs devrait être mise en place afin d'informer ces derniers sur les besoins de cadre réglementaire incitatif pour le développement de la filière. Le matériel et les intrants de la production du biodiesel pourront être inscrits dans la liste de matériels exonérés de droit de douane et de taxe à valeur ajoutée. La révision de la RAF doit permettre de sécuriser les investisseurs sur leurs exploitations. La mise en place de normes et d'un mécanisme de contrôle qualité spécifiques à la filière biocarburant doivent permettre de lever des obstacles au développement de la filière

Sur le plan institutionnel, il est proposé de confier la mission d'agrément aux pôles de croissance qui seraient les seuls interlocuteurs pour les investisseurs. La SONABHY doit être responsabilisée comme la structure habilitée pour l'acquisition, la formulation, le stockage et la diffusion du biodiesel dans le circuit des marketers nationaux.

4. Analyse des barrières et les mesures favorables au Bus solaire

4.1. Description générale de la technologie du Bus solaire

Le bus solaire un bus électrique d'environ 20-30 places ayant une autonomie de l'ordre de 80 à 120 km avec une charge initiale de batterie. Le temps de charge complète de la batterie est généralement inférieur à 8 heures. Le système de charge est constitué d'une station qui charge le Bus à l'arrêt ; il est complété par des modules solaires installés sur le toit du Bus. Ces bus n'émettent aucun gaz nocif et n'ont pas de pollution sonore. Leur maintenance est aisée parce qu'il n'y a pas de vidange d'huile. Les coûts d'exploitation et de maintenance sont largement réduits par rapport aux systèmes de bus dotés de moteurs à explosion. L'hypothèse de réalisation est que le Bus solaire sera utilisé pour le transport des étudiants avec la logique du subventionnement du coût de transport. La mise en œuvre du projet Bus devrait être fondée sur un mécanisme de partenariat public-privé avec un package de fiscalités favorables (exonération des droits de douanes pour l'importation des bus, des systèmes solaires, subvention tarifaire pour les tickets des étudiants ...). Le PPP portera sur la fourniture et la

gestion du système de Bus. La distance planifiée par Bus est de 80 km de circulation par jour soit une seule recharge solaire par jour. Il est prévu 225 Bus solaires pour un nombre de place totale de 6 700 passagers. Il n'existe pas d'expérience de réalisation de Bus solaire au Burkina Faso. Le transport urbain en forte croissance est satisfait par les deux roues notamment motorisées, les voitures particulières et dans une moindre mesure le transport de masse par Bus.

L'hypothèse de mise en œuvre proposée est que le Bus solaire prenne en charge l'équivalent de 5% des transports dans la ville de Ouagadougou. Ces bus devraient venir en substitution de 135 Bus en acquis par l'Etat pour le transport des étudiants dans les villes universitaires du pays. Le facteur d'émission considéré est de 118,1 g/passager-km d'émission déterminé pour 46 villes.

Les 225 Bus solaire effectueront chacun 80 km/jour et transporteront 27 000 passagers/j. Parce que leurs émissions sont nulles les bus solaires en remplacement des Bus Diesel économiseraient 13,54 GgCO₂/an.

4.2. Analyse des barrières

4.2.1. Barrières économiques et financières.

Sur le plan de l'investissement, l'investissement pour l'acquisition du bus solaire est élevé à raison de 38 200 €/bus¹⁸. En termes de coût par place de passager disponible, le bus solaire est 1,85 fois plus cher que le bus à moteur thermique. Par ailleurs cette technologie étant inédite dans le contexte burkinabè les risques d'investissement demeurent élevés. Par ailleurs l'acquisition du bus solaire nécessite des investissements supplémentaires pour mettre en place une station de recharge.

4.2.2. Barrières non financières.

Du point de vue du marché, les entreprises de fabrication des bus solaires sont en nombre limité. Il n'existe pas au niveau local de marché de pièces de rechanges. Il n'existe pas d'études de rentabilité pour le développement de cette technologie au Burkina Faso. La prédominance des deux roues constitue un facteur limitant pour le transport de masse. Le niveau faible des revenus des ménages nécessite la mise place de subventions pour le développement des transports de masse.

Sur le plan technique, le Bus solaire doit être rechargé par énergie solaire pendant de longues (6 heures) ce qui nécessite de longs temps d'arrêt dans la journée. Sa charge, entièrement diurne dépend des conditions climatiques (fort ensoleillement). Il n'y a pas dans les plans d'aménagement urbain actuel de voies dédiées au bus, ce qui peut constituer un des

risques de décharges des batteries du Bus solaire en cas de congestion du trafic. L'absence de ressources humaines qualifiées pour la maintenance est également un obstacle à lever.

Sur le plan réglementaire et légal ; l'absence d'une politique de mobilité urbaine n'a pas permis de mettre en place une réglementation pour inciter d'éventuels promoteurs à importer et mettre en circulation des bus solaires. En effet la loi N° 051-2012/AN portant loi de finances pour l'exécution du budget de l'Etat, gestion 2013 ne prend pas en compte les équipements de transport dans la liste des équipements d'énergie solaire importés en exonération de droit de douane et de TVA.

Du point de vue social, culturel et comportemental, le burkinabè n'a pas une culture de transport en commun en raison de la prédominance des engins à deux roues. Par ailleurs la qualité de service rendu par le seul opérateur de transport en commun est telle que la population a une mauvaise perception de ce moyen de mobilité urbaine.

4.3. Mesures identifiées

4.3.1. Mesures économiques et financières

Pour soutenir l'investissement, il faut exonérer l'importation des bus solaires du droit de douanes et de taxes sur la valeur ajoutée. Par ailleurs, un prélèvement sur le coût du carburant pourrait être mis en place pour financer la construction de station de recharge solaire. Il faut également envisager de mettre en place au niveau national des unités de montage sous licence. Pour atténuer les risques d'investissement, le projet bus solaire peut être engagé en deux phases. Une première phase pilote totalement exécutée par l'Etat avec l'importation d'un nombre limité de bus afin de mesurer la rentabilité et la fiabilité de la technologie dans le contexte burkinabè. Une deuxième phase exécutée dans le cadre d'un partenariat public privé dont le cahier de charge sera établi à des conditions favorables aux investisseurs.

4.3.2. Mesures non financières

Du point de vue du marché, L'introduction du bus solaire doit s'accompagner de la création d'un marché local de pièces de rechanges tels que les batteries et les chargeurs, les convertisseurs etc. L'introduction de cette technologie nécessite également le subventionnement des coûts du transport.

Sur le plan technique, les stations de recharge à mettre en place doivent mixer l'électricité du réseau et celle d'une station solaire. Pour favoriser une fluidité du transport par bus solaire,

il faut lui affecter des voies dédiées permanentes ou temporairement pendant les heures de pointe. Il faut élaborer et mettre en place un plan de développement de ressources humaines qualifiées pour la maintenance. Il faut également recruter et former des chauffeurs pour la conduite de bus solaire.

Sur le plan règlementaire et légal, l'élaboration d'une politique de mobilité urbaine doit intégrer la mise en place d'une réglementation pour inciter d'éventuels promoteurs à importer et mettre en circulation des bus solaires. La relecture de loi N° 051-2012/AN portant loi de finances pour l'exécution du budget de l'Etat, doit intégrer les équipements de transport dans la liste des équipements d'énergie solaire importés en exonération de droit de douane et de TVA.

Du point de vue social, culturel et comportemental, il faut élaborer et mettre en œuvre une stratégie de communication sur l'utilisation des transports en commun. Par ailleurs, la démarche qualité doit être implémentée dans le secteur du transport en commun afin de changer la perception des usagers. Il apparaît également nécessaire d'instaurer des parkings à faible coût dans les terminus et autres arrêts de grande affluence du bus solaire en vue d'inciter les passagers à privilégier l'usage de ce dernier.

5. Interrelations entre les barrières identifiées dans le secteur du transport

Le transfert des technologies de transport se heurte principalement au coût élevé des investissements pour les options technologiques retenues. Les faibles capacités d'investissement du pays et la multiplicité des secteurs prioritaires de développement comme l'agriculture et la sécurité alimentaire, l'éducation et la santé des populations relèguent à un niveau inférieur de priorité les questions de transport qui sont pour l'instant résolues par des modes de transport individuels à forte intensité de carbone comme les engins à deux roues. La faible qualité de l'offre de service et le faible revenu des populations font que ces technologies nécessitent une subvention pour les rendre attractives et compétitives. Les technologies proposées ont par ailleurs un caractère novateur surtout pour ce qui concerne le tramway et le bus solaire. Les risques associés à ces technologies sont sources d'incertitude de leur rentabilité.

La crédibilité des biocarburants est entamée par les expériences peu convaincantes du passé mais dont l'évaluation reste à faire pour identifier les problèmes qui relèvent de la technologie et ceux qui relèvent d'une mauvaise gouvernance des initiatives engagées.

Quant au Tramway et au Bus solaire, les options semblent peu réalistes par rapport aux habitudes de transport dans le pays et par rapport à l'asservissement de ces technologies à une énergie dont le coût d'investissement est élevé et la permanence faible. La levée des contraintes de ces deux technologies dépend fortement des changements de comportement des usagers dont l'atteinte est difficilement réalisable. Par ailleurs ces deux technologies

nécessitent l'adoption d'une politique de mobilité urbaine qui leur soit favorable et le renforcement en ressources humaines pour la maintenance et la conduite sans oublier la nécessité de mettre en place un marché intérieur de pièces de rechanges.

6. Cadre favorable pour surmonter les barrières du secteur du transport

Les trois technologies sélectionnées dans le secteur du transport sont des technologies de rupture par rapport aux usages au niveau national. Ces technologies ont toutes un caractère novateur et leur mise en œuvre va nécessiter beaucoup d'apprentissage et d'impulsion du marché par l'Etat.

- **Sur le plan des conditions financières et économiques**, les politiques publiques doivent créer des conditions de soutien au marché à travers une réglementation favorable qui est soutenue par des exonérations de taxes, des subventions de prix pour les usagers. Ces technologies nécessiteraient par ailleurs la mise en place d'une stratégie de partenariat public – privé attractive pour soulager l'Etat dans le financement du transfert des technologies ciblées. Par ailleurs le pays doit améliorer le climat des affaires et le contexte sécuritaire. La lutte contre la corruption est également une priorité pour assainir le cadre institutionnel local.

- **Sur le plan règlementaire et de l'organisation institutionnelle**, le plan de développement économique et social (PNDES) du Burkina Faso offre un cadre approprié pour le transfert des technologies identifiées dans le secteur du transport à travers le secteur de planification « **Infrastructures de transport, de communication et d'habitat** ». L'élaboration et la mise en œuvre d'une politique de mobilité urbaine qui accorde une place importante au transport en commun est fondamentale. La mise en œuvre de la démarche qualité doit accompagner le déploiement des technologies de transport en commun. Beaucoup d'actions visant à décourager l'utilisation des engins à deux roues doivent être engagées et il est important de mettre en place une réglementation qui favorise la fluidité du trafic pour le transport en commun. La promotion de biocarburant pourra passer par une politique qui définit un objectif chiffré de formulation de gasoil avec du biodiesel. La réservation de voies dédiées au transport en commun est un impératif pour le développement des technologies Bus solaires et Tramway.

- **Sur le plan du renforcement de capacités techniques**, de nouveaux métiers devront être créés pour les conducteurs de tramway, de bus solaire, les maintenanciers etc. La recherche devrait précéder l'action dans le développement des biocarburants et des normes devront être élaborées pour cadrer la production et l'utilisation.

Conclusions

Les technologies sélectionnées sont confrontées pour la plupart à des coûts d'investissement élevés. Le Burkina Faso devra donc bénéficier de ressources conséquentes pour leur transfert et adoption. Les obstacles observés au niveau réglementaire nécessitent la sensibilisation des décideurs et autres régulateurs en vue de l'adoption de textes suffisamment incitatifs pour attirer les investisseurs et qui les sécurisent dans leurs entreprises. De ce point de vue, la révision des textes relatifs au partenariat public privé et la question sécuritaire mérite une attention particulière. Des actions de communication d'envergure à l'endroit des consommateurs des biens et services dans le secteur de l'énergie et du transport doivent être entreprises.

Des contraintes majeures existent pour les technologies inédites dans le contexte du pays. Il s'agit particulièrement de coupler le transfert de certaines technologies à de grands investissements connexes. Par exemple l'introduction du tramway nécessite d'accroître l'offre énergétique du pays et cela est envisagé à travers d'importants investissements dans la production d'énergie solaire pour satisfaire la demande d'énergie du Tramway. De même le développement du Bus solaire doit également s'accompagner d'une croissance de l'offre d'énergie renouvelable. Il est également fondamental mais assez lourd de revoir les schémas d'aménagement urbains pour l'introduction des voies dédiées au transport de masse. La réalisation des centrales hydroélectriques nécessite également de grands travaux de génie civil et les contraintes liées à l'insuffisance des infrastructures de transport de l'énergie électrique doivent être levées.

Les contraintes de marché identifiées doivent être levées le plus souvent par des subventions de l'Etat pour pallier le faible revenu des ménages. Des actions de communication d'envergure sont nécessaires pour arriver à changer les comportements et les perceptions sur certaines technologies qui ont été proposées au transfert.

La recherche est une composante essentielle des actions qui doivent contribuer à lever les contraintes identifiées ou à favoriser la création d'un cadre propice au transfert des technologies.

L'économie du Burkina Faso étant basée principalement sur le secteur primaire, il est fondamental pour les technologies identifiées de créer un environnement habilitant pour une évolution de l'économie nationale vers le secteur secondaire avec des unités industrielles pour soutenir la production locale des technologies sélectionnées ou des composants de leur mise en œuvre.

Le plan d'action technologique consécutive à cette analyse de barrières et de cadre propice au transfert de technologie doit viser à lever les goulots d'étranglement par des actions concrètes dont la finalité sera le développement économique et social du Burkina Faso tout en atténuant ses émissions.

Annexe

Annexe 1. Figures de la cartographie du marché

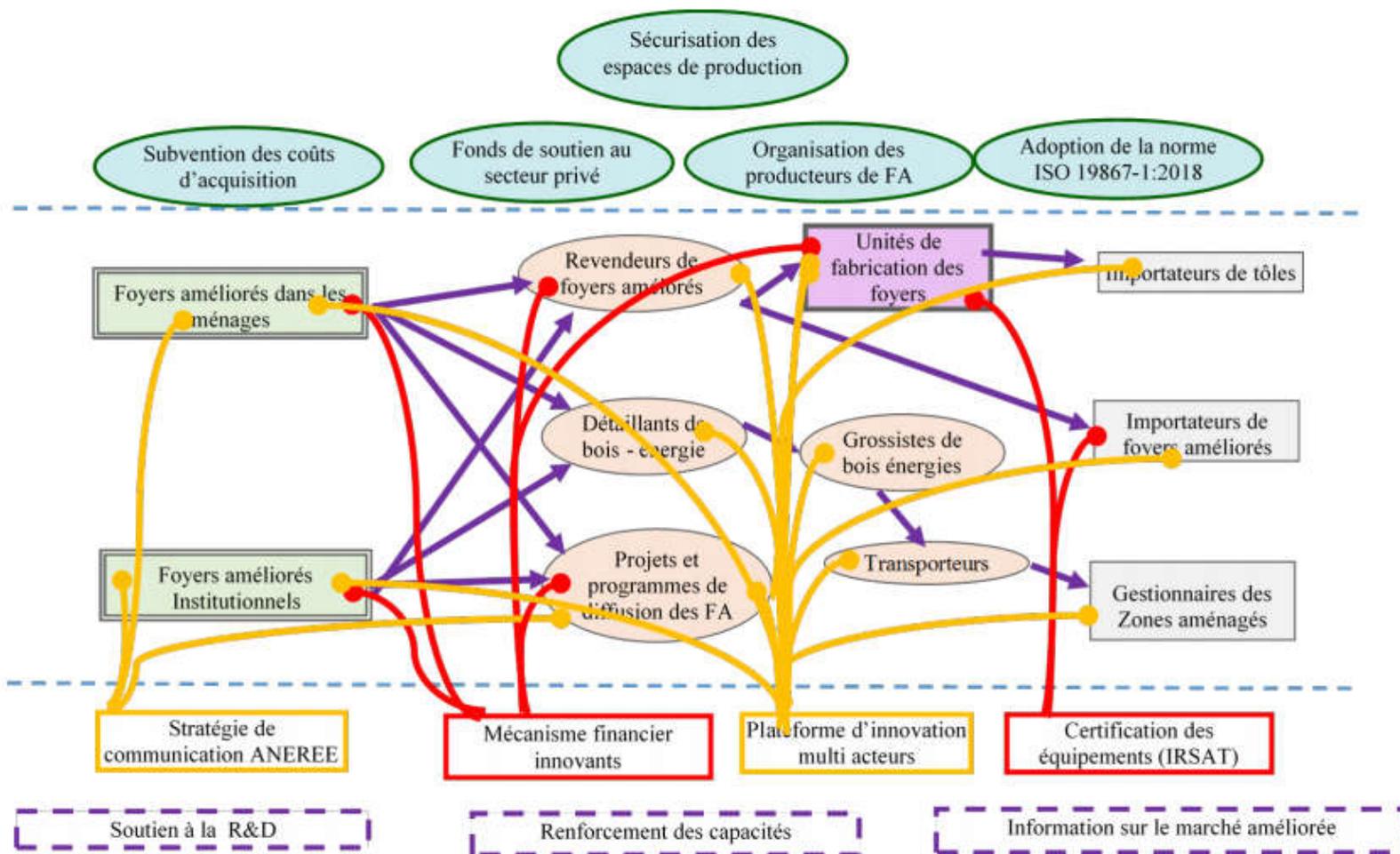


Figure 1 : Cartographie du marché des foyers améliorés

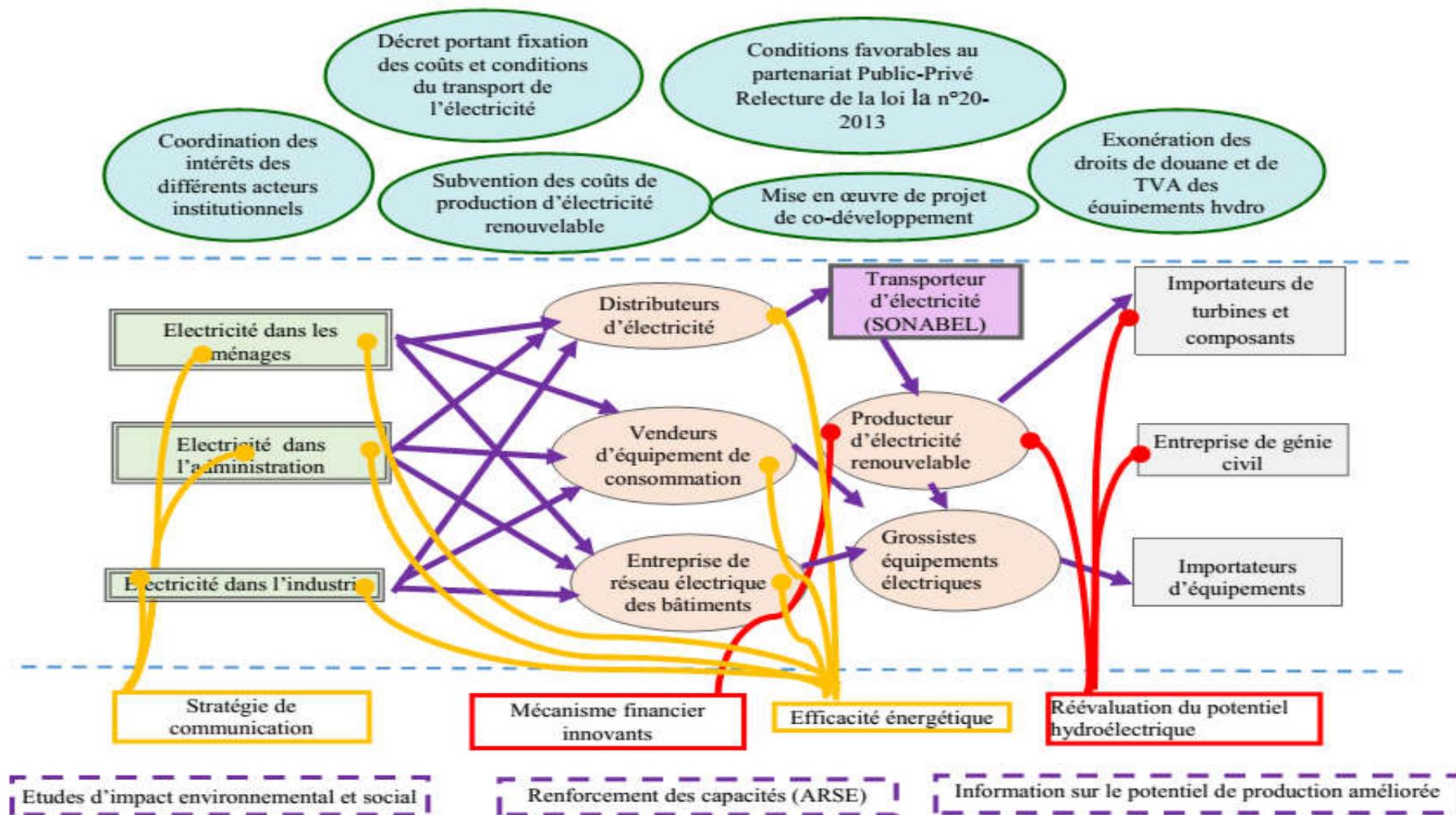


Figure 2: Cartographie du marché de l'hydroélectricité

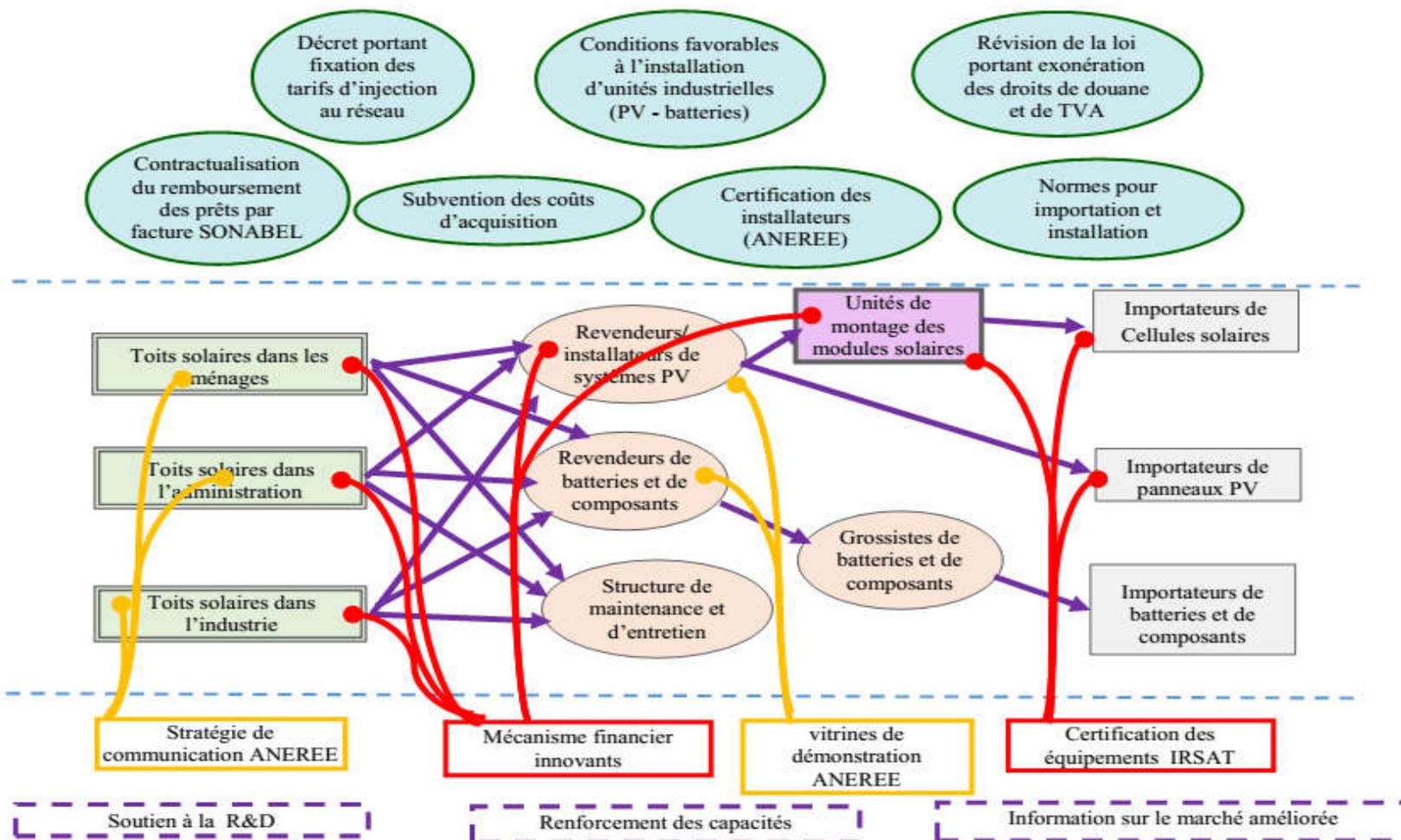


Figure 3 : Cartographie du marché des toits solaires

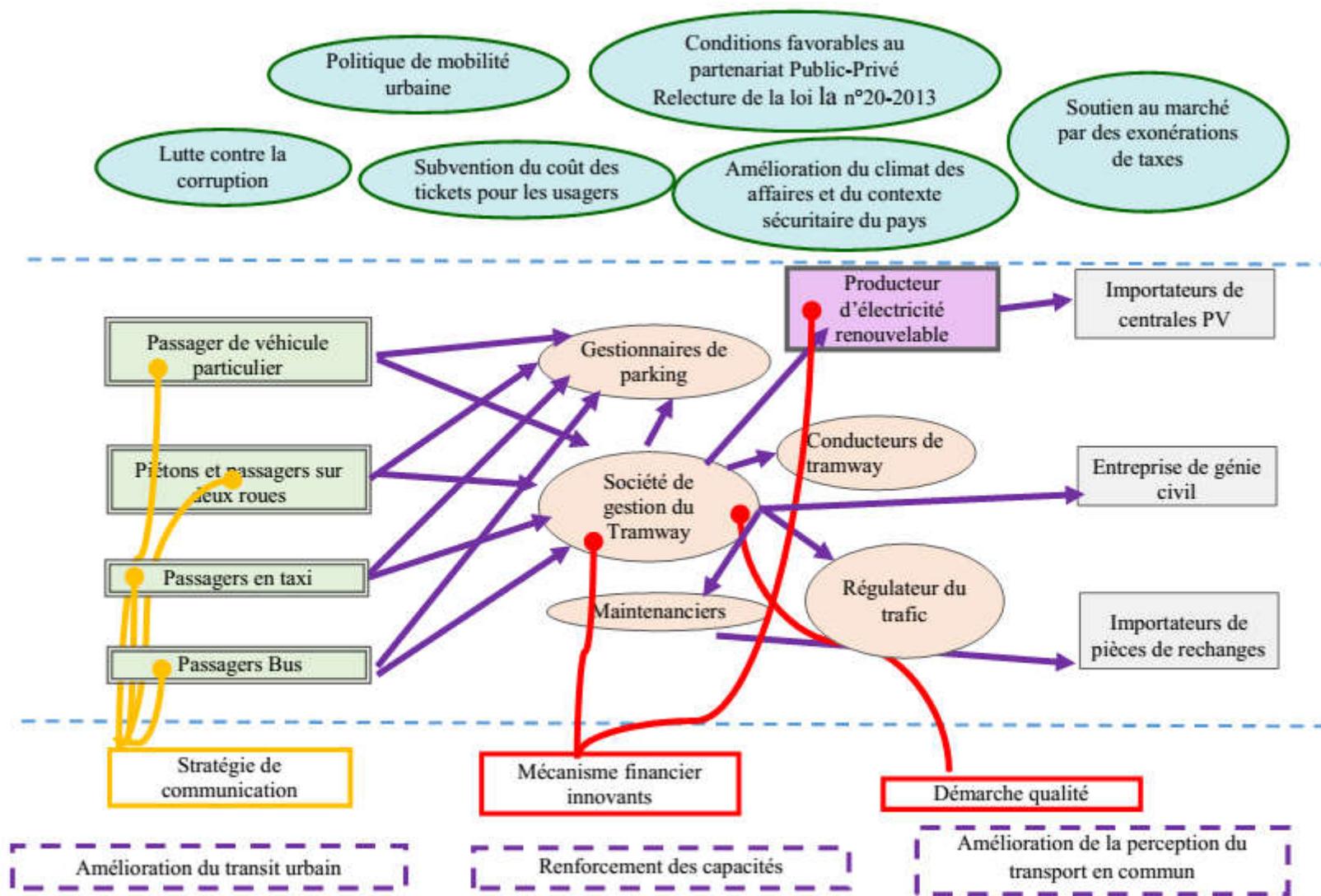


Figure 4 : Cartographie du marché du Tramway

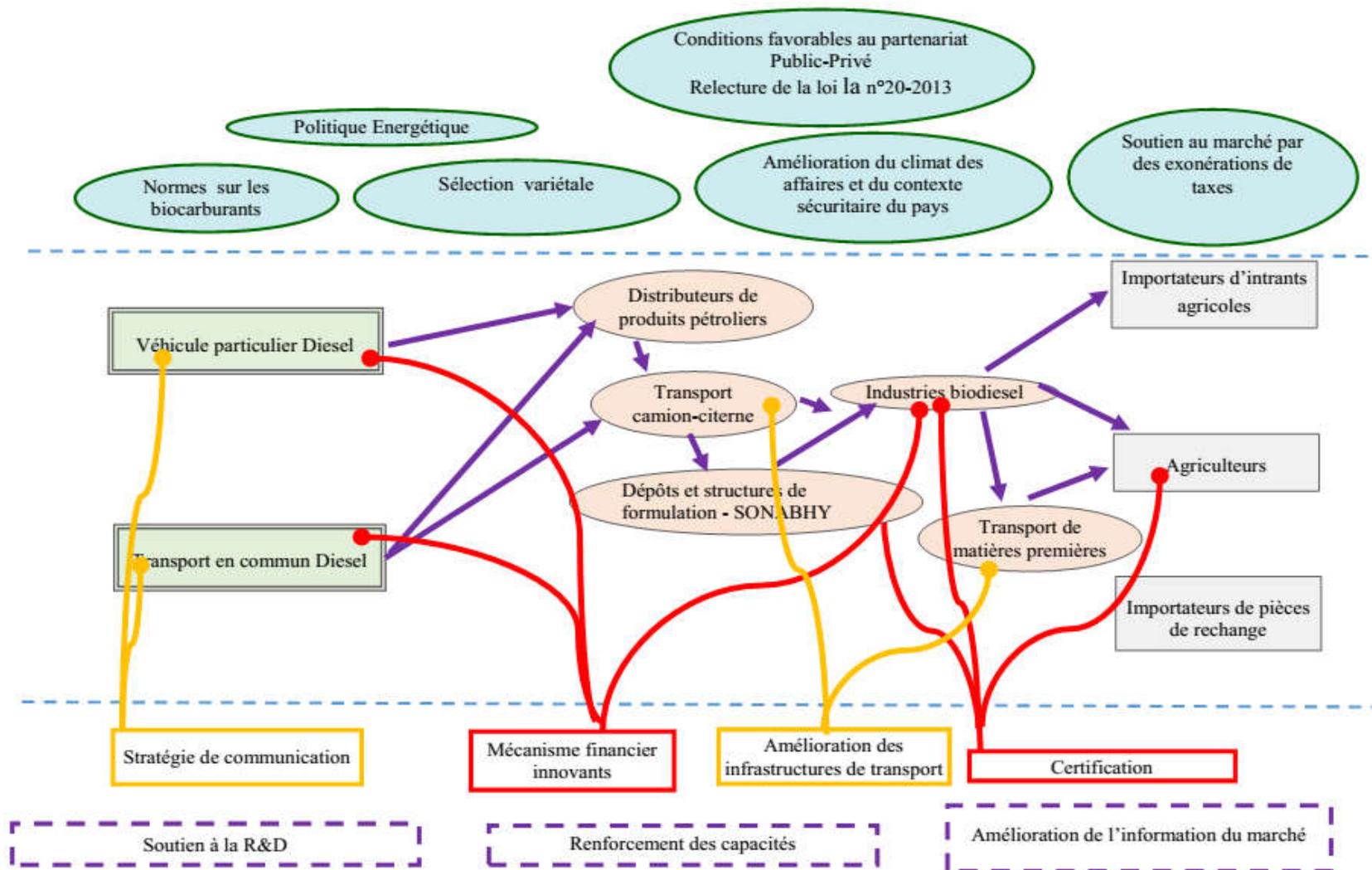


Figure 5 : Cartographie du marché du biodiesel

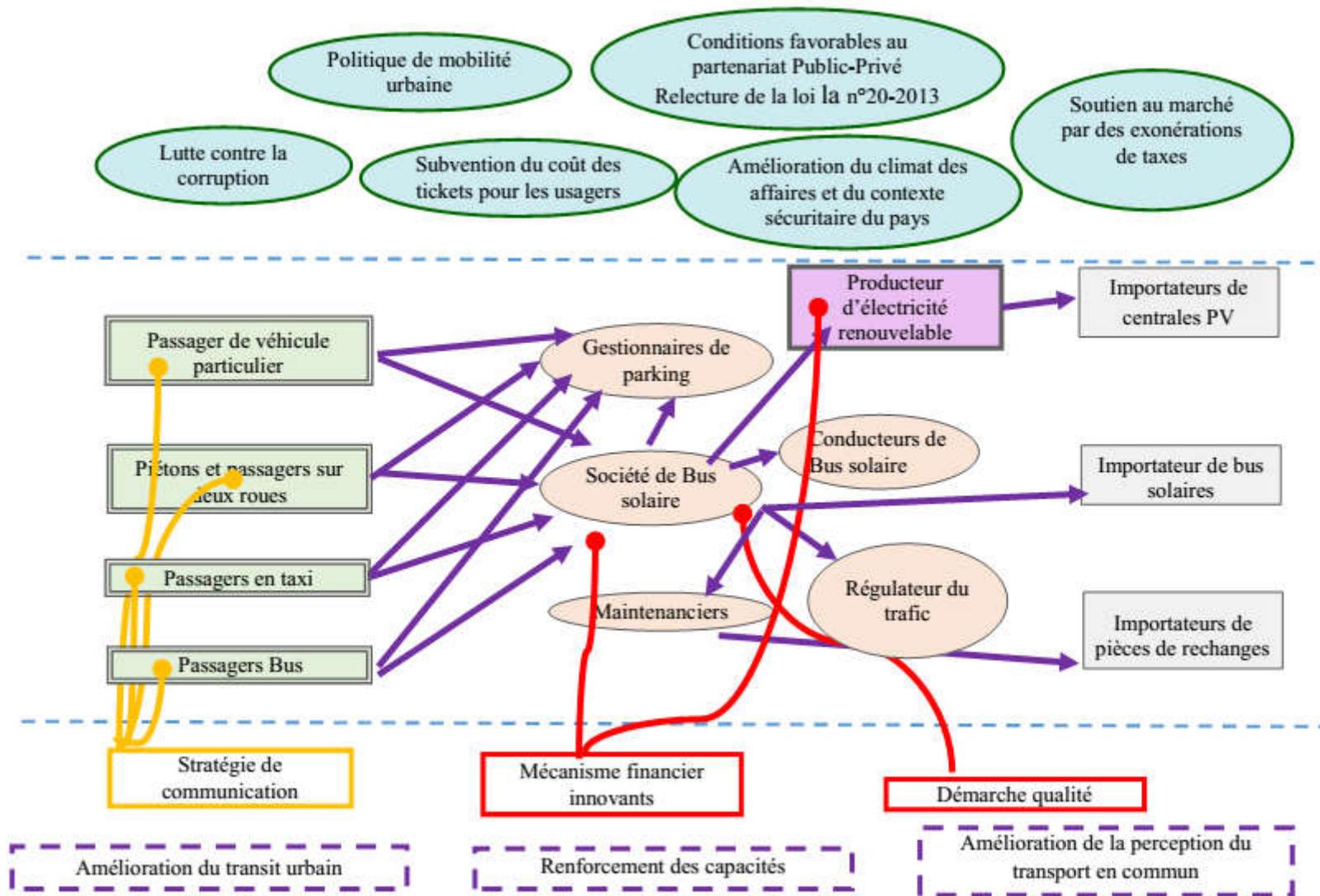


Figure 6: Cartographie du marché du Bus solaire

Annexe 2. Arbre à problèmes

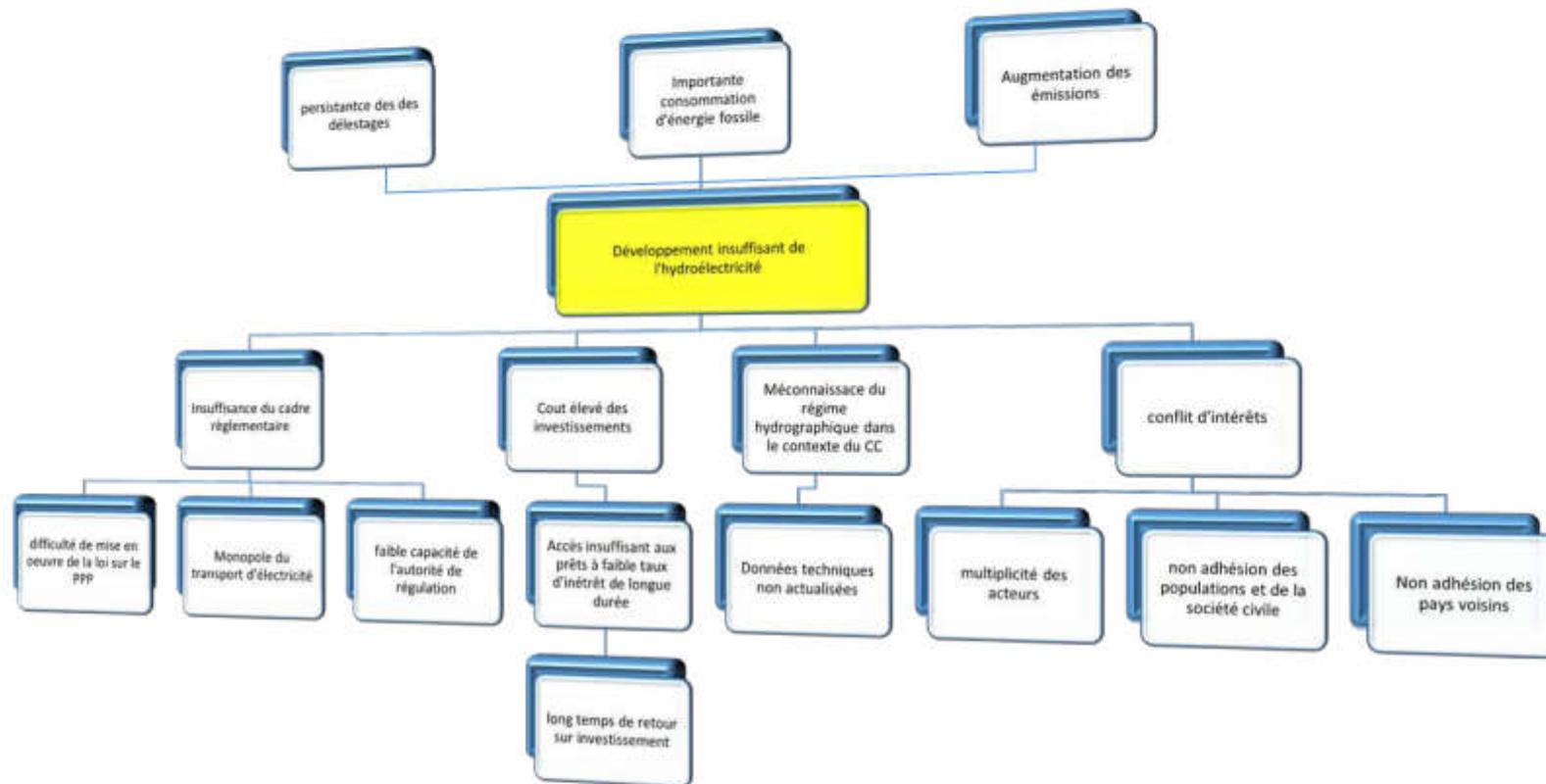


Figure 7 : Arbre à problèmes hydroélectricité

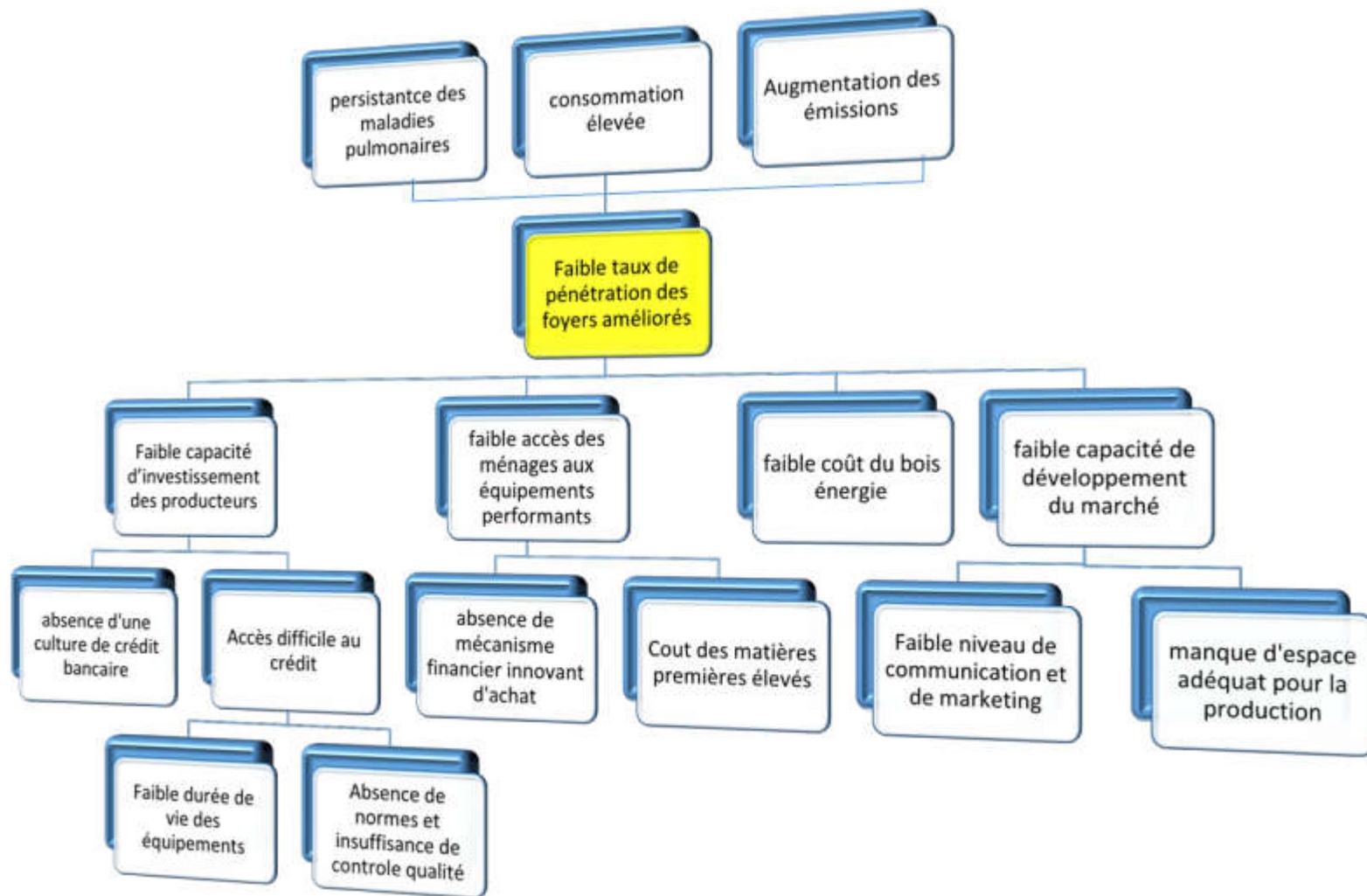


Figure 8 : Arbres à problèmes foyers améliorés

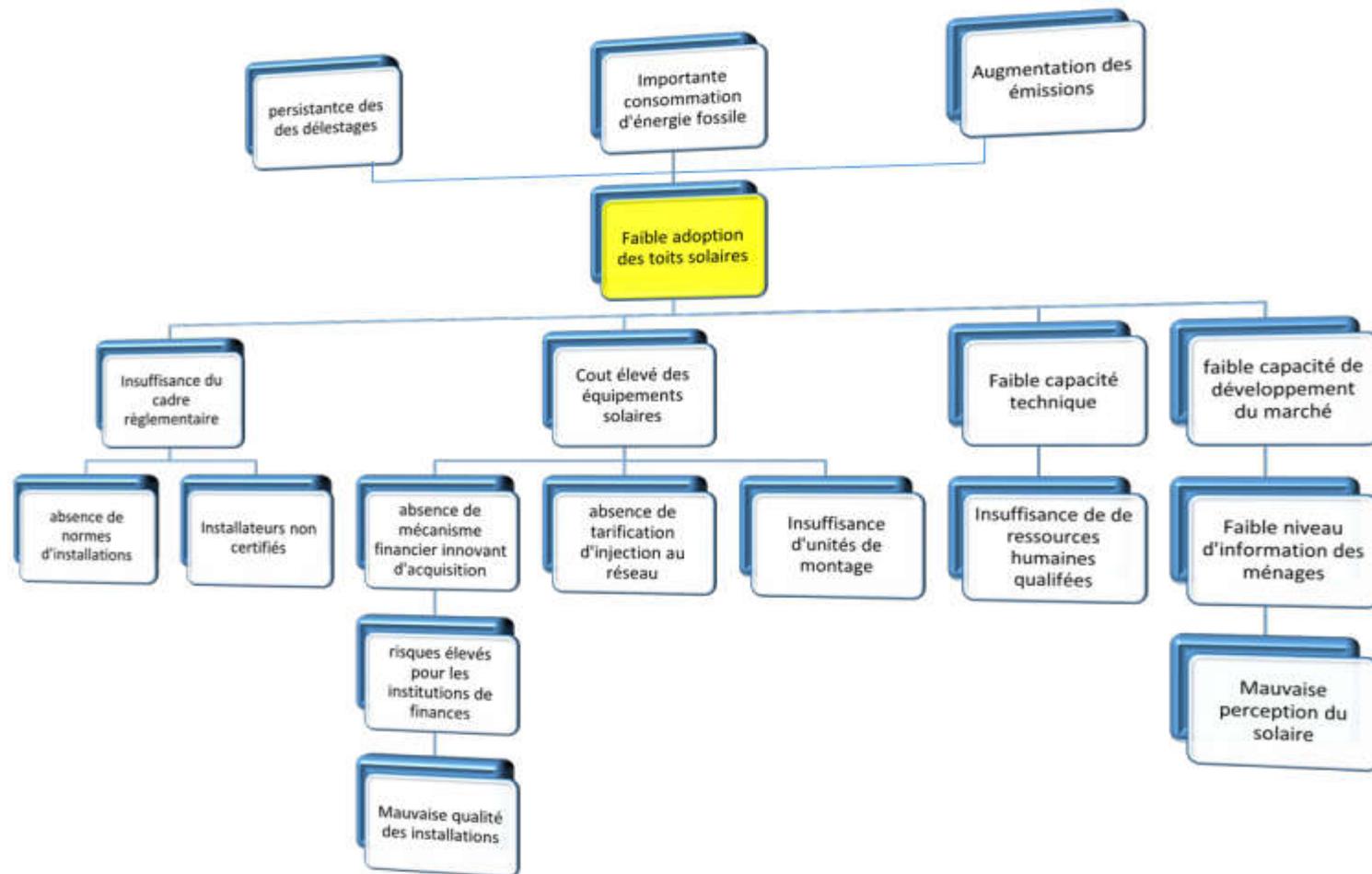


Figure 9: arbre a problèmes toits solaires

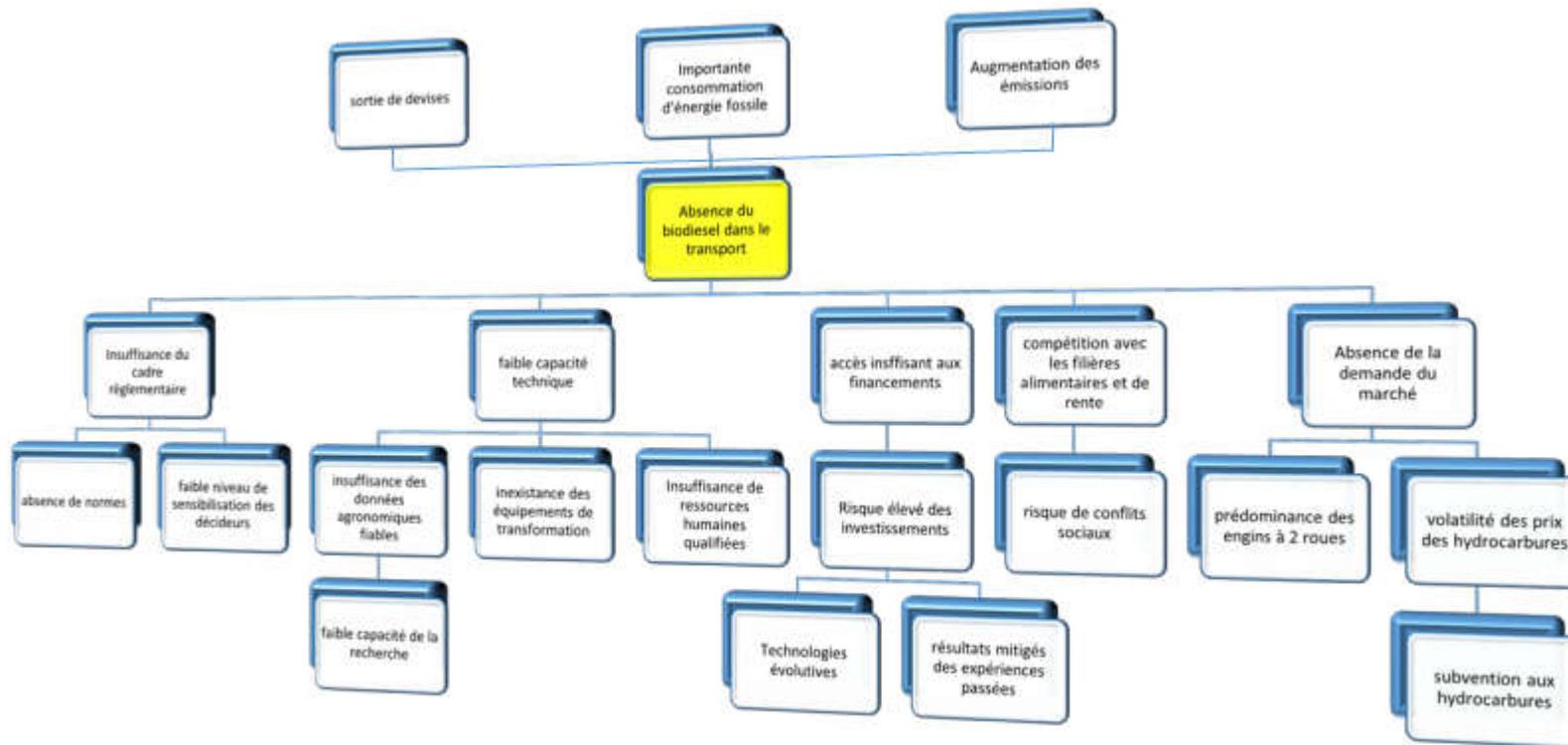


Figure 10: arbre a problèmes biodiesel

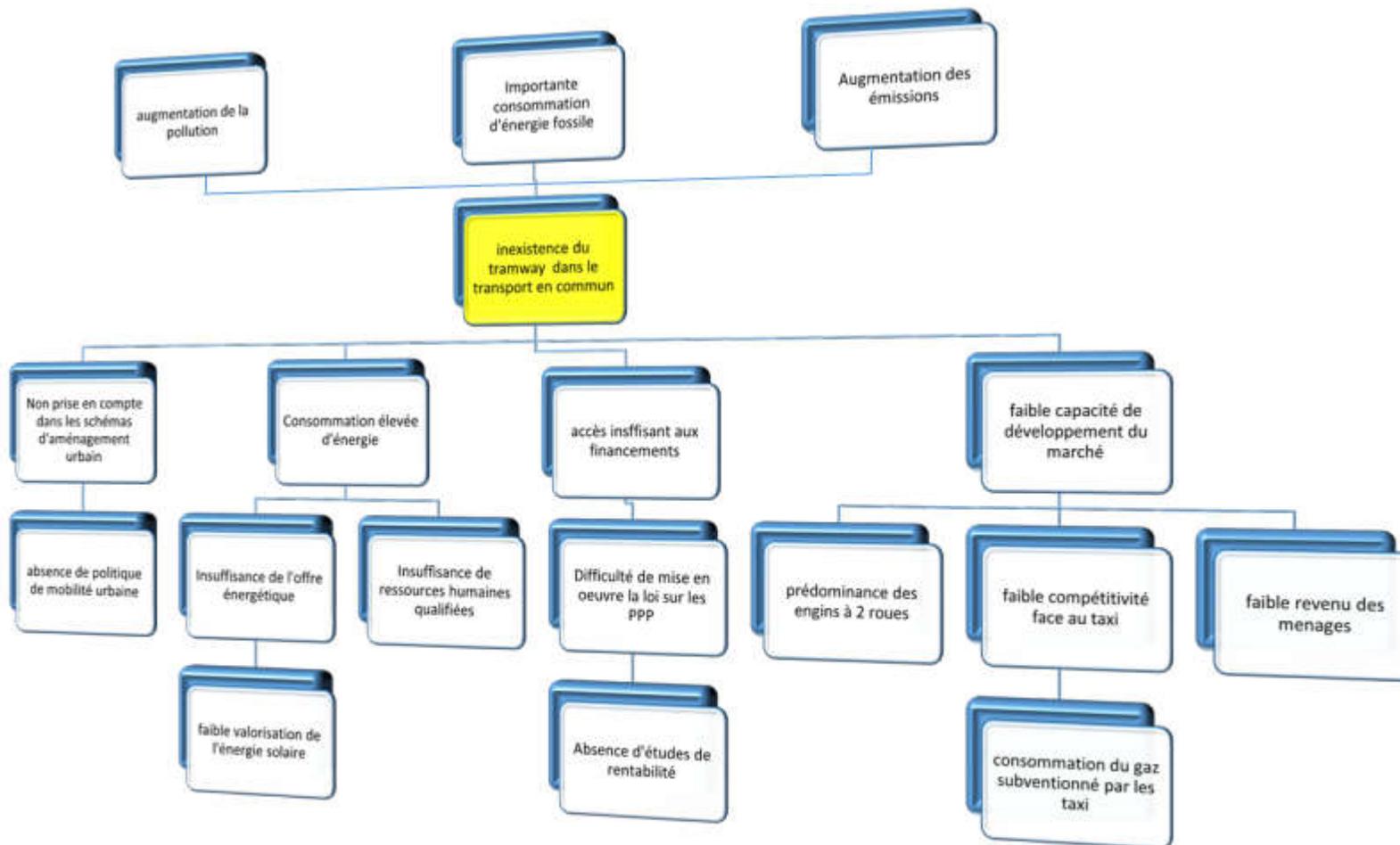


Figure 11: arbre a problèmes Tramway

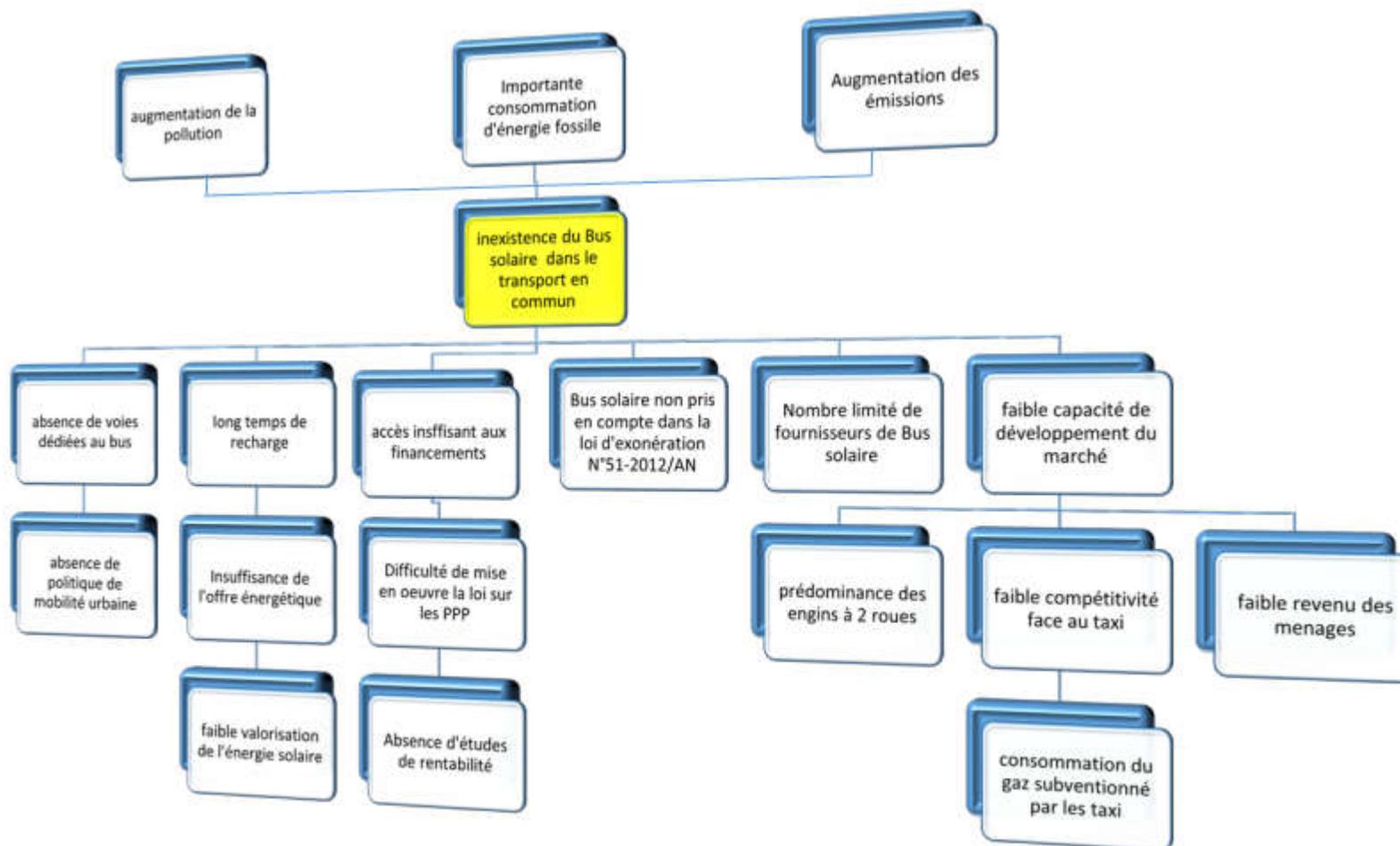


Figure 12: arbre a problèmes Bus solaire

Annexe 3. Les parties prenantes

Références

1. Burkina Faso, Contribution Prévues Déterminées au niveau National (CPDN), septembre 2015.
2. Ministère de l'Environnement et des Ressources Halieutiques Secrétariat Permanent du Conseil National pour l'Environnement et le Développement Durable - Projet «Consolidation de la Gouvernance Environnementale Locale » - Cadre National des Mesures Appropriées d'Atténuation du Burkina Faso » ; Janvier 2016
3. Entrepreneur du « Monde » Projet " Une femme, un foyer, une forêt " Réunion de consultation des parties prenantes ». 6 décembre 2011.
4. ECOWAS Centre for Renewable Energy and Energy Efficiency. Baseline survey on small scale hydro-power in ECOWAS region, Mahama Kappiah, Martin Lugmayr, Hedi Feibel, Alois Mhlanga, Aminata Fall, Elayo Hyacinth. (2012)
5. Banque Mondiale – Burkina Faso – « REVUE DU SECTEUR FINANCIER » Novembre 2007
6. Fonds Monétaire international – Rapport du FMI No. 18/81, mars 2018
7. SONABEL 1999. Inventaire des sites hydroélectriques des du Burkina Faso. EDF.
8. Étude de faisabilité pour le développement d'un facteur d'émission du réseau électrique régional pour le Système d'Echanges d'Energie Electrique Ouest Africa
9. RETScreen® International Centre d'aide à la décision sur les énergies propres - Centre de la technologie de l'énergie de CANMET - Varennes (CTEC) En collaboration avec :NASA, PNUE, GEF. www.retscreen.net.
10. Burkina Faso. Politique Sectorielle « infrastructures de transport, de communication et d'habitat (ps-itch) » 2018 – 2027. Avril 2018
11. Jeune Afrique « BTP& Infrastructures, Enquête Pourquoi le métro d'Abidjan n'est toujours pas sur les rails » ; 30 Aout 2016 par Beaudelaire Mieu. www.jeuneafrique.com consulté le 17 juin 2018.
12. Centre de Prospective et d'études urbaines – Livrets du PADDI 2015N° 56 - 2014/2015- GESTION ET EXPLOITATION D'UN RÉSEAU DE TRANSPORT EN COMMUN ; 18 au 21 mai 2015
13. <http://www.strasbourg-tramway.fr/caracteristiques%20techniques.html> . consulté le 25/08/2017
14. Enquête Ouaga 2009, IRD, Comptage routier de la Commune de Ouagadougou in « Société de Transport en Commun de Ouagadougou -Elaboration du Plan stratégique de développement 2016 -2020 - »

15. Stern R., Guibet J.-C., Graille J. (1983). Les huiles végétales et leurs dérivés : carburant de substitution (analyse critique). Revue de l'Institut Français du Pétrole. 38(1), p.121-136.