

# PROJET EVALUATION DES BESOINS EN TECHNOLOGIE EBT

## ANALYSE DES BARRIERES ET CADRE PROPICE POUR LES TECHNOLOGIES POUR ATTENUATION Madagascar



Aout 2018



## **DISCLAIMER**

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 (UNEP) 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.

## PREFACE

---

Madagascar a ratifié la Convention Cadre de Nations Unies sur le Changement Climatique (CCNUCC) ainsi que les traités internationaux connexes tels que le Protocole de Kyoto et l'Accord de Paris. A l'échelle nationale, le Pays a montré sa volonté de lutter efficacement contre ce fléau en intégrant, tout d'abord, la dimension changement climatique dans la Politique Générale de l'Etat et le Plan National de Développement du pays depuis 2015. Certains secteurs de développement ont déjà inclus le volet changement climatique dans leur politique et stratégie respective.

En tant que pays le plus vulnérable aux effets néfastes du dérèglement climatique, Madagascar participe activement au processus de négociation internationale sur le climat, affiche clairement ses volontés de contribuer à l'effort mondial pour une solution durable contre les impacts du changement climatique et de mettre en œuvre des actions concrètes sur le terrain avec des appuis de différentes entités nationales et internationales. Le pays a soumis la Contribution Déterminée au niveau National (CDN) qui renferme les besoins actualisés de Madagascar en matière de la lutte contre le changement climatique pour les années à venir. Pour ce faire, le pays a besoin des moyens de mise en œuvre tel que la technologie respectueuse de l'environnement.

Ce projet d'Evaluation des Besoins en Technologie (EBT) respectueuse de l'environnement répond parfaitement aux attentes des pays en développement pour réduire et/ou combattre les causes du réchauffement global ainsi que ses impacts tant au niveau national qu'international. Ainsi, il permet évidemment de déterminer les besoins en technologies et d'élaborer des plans d'action qui débouchent à des idées de projet concret. Ces dernières seraient des outils précieux pour convaincre les investisseurs d'une part et d'autre pour faciliter la mise en œuvre sur le terrain. Le processus d'élaboration de cette EBT était conduit par le Ministère en charge de l'Environnement à travers la Direction Générale de l'Environnement et a impliquée des différents techniciens nationaux issus des diverses institutions publiques et privées, et des organisations non gouvernementales concernées.

La publication de ce rapport intervient à un moment crucial où le développement économique à faible émission de carbone et le renforcement des capacités d'adaptation aux effets pervers du changement climatique deviennent les priorités de tous les pays. Nous voudrions inviter la communauté internationale et les partenaires techniques et financiers à s'appropriier ce rapport qui constitue un document d'orientations sur les axes de coopération.

Nous voudrions témoigner toute notre reconnaissance au Fonds pour l'Environnement Mondial, l'Organisation des Nations Unies pour l'Environnement, l'Université de Technologie de Danemark et l'Enda pour leur soutien financier et technique à la réalisation de ce document.



## ABREVIATIONS

ADER	: Agence de Développement de l'Electrification Rurale
ALP	: l'Analyse Logique des Problèmes
CO2	: Gaz carbonique
DTU	: Technical University of Denmark
EBT	: Evaluation des Besoins Technologiques
ENDA	: Environnement et développement du tiers monde
FNE	: Fonds National de l'Electricité
GCH	: Grande Centrale Hydroélectrique
GES	: Gaz à Effet de Serre
GTELEC	: Groupe de Travail Electricité
GWh	: Gigawattheure
IPP	: Independent Power Producer
JIRAMA	: JirosoyRano Malagasy (Société nationale de l'électricité et de l'Eau)
kW	: Kilowatt
kWh	: kilowattheure
LED	: Light Emetting Diode
LFC	: Lampe Fluo compact
Lm/W	: Lumens par Watt (Rendement lumineux)
MW	: Mégawatt
NAMA	: Nationnally Appropriate Mitigation Actions
NPE	: Nouvelle Politique Energétique
ONG	: Organisme Non Gouvernemental
ORE	: Office de Régulation de l'Electricité
PAT	: Plan d'Actions Technologiques
PCH	: Petite Centrale Hydroélectrique
PEMC	: Programme d'expansion au moindre coût
PNUE	: Programme des Nations Unies pour l'Environnement
PTF	: Partenaires Techniques et Financiers
RIATA	: Réseau interconnecté d'Antananarivo - Toamasina - Ambositra
RIDA	: Réseau interconnecté d'Antsiranana (Diego) - Ambilobe
RIFMM	: Réseau interconnecté de Fianarantsoa – Manakara - Mananjary
RINA	: Réseau interconnecté de Nosy-be – Ambanja
RISA	: Réseau interconnecté de Sambava – Andapa
t.éq CO2	: Tonnes équivalent CO2
VAN	: Valeur Actualisée Nette
WWF	: World Wide Fund

## LISTE DES FIGURES

Figure 1: Localisation du projet RIATA .....	6
Figure 2: Processus d'analyse des barrières .....	39
Figure 3 : Processus d'analyse des mesures .....	40
Figure 4: Classement des barrières économiques et financières (cendres volantes) .....	42
Figure 5 : Classement des barrières non financières (cendres volantes).....	44
Figure 6: Représentation graphique du programme/baseline et des coûts (Cendre Volante).....	47
Figure 7: Représentation graphique du programme/baseline et des emplois générés.....	48
Figure 8: Représentation graphique du programme/baseline et de la réduction de CO2.....	48
Figure 9: Représentation graphique du programme/baseline et de l'épargne pour la santé de la population.....	49
Figure 10 : Classement des barrières économiques et financières de la technologie « bioplastique » .....	51
Figure 11 : Classement des barrières non financières de la technologie « bioplastique » .....	53
Figure 12: Représentation graphique du programme/baseline et des coûts.....	56
Figure 13: Représentation graphique du programme/baseline et de l'augmentation de prix de maïs .....	56
Figure 14: Représentation graphique du programme/baseline et les quantités en jeu .....	57
Figure 15: Représentation graphique du programme/baseline et de l'évolution du nombre d'unité de production de BP .....	57
Figure 16 : Classement des barrières économiques et financières de la technologie « sciure de bois » .....	59
Figure 17 : Classement des barrières non financières de la technologie « sciure de bois » .....	61
Figure 18: Représentation graphique du programme/baseline et des coûts.....	64
Figure 19: Représentation graphique du programme/baseline et emplois créés .....	64
Figure 20: Représentation graphique du programme/baseline et réduction d'émission de CO2.....	65
Figure 21: Représentation graphique du programme/baseline et forêt protégée .....	65

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Catégories des technologies ciblées .....	4
Tableau 2: Extrait de la projection de la demande et de la production RIATA horizon 2030 .....	6
Tableau 3: Coûts actualisés du kWh des centrales .....	7
Tableau 4: 4 GCH candidats pour le RIATA.....	7
Tableau 5: Classement des barrières et barrières essentielles au développement de la GCH.....	10
Tableau 6: Evaluation coût-bénéfice de la technologie GCH .....	12
Tableau 7: Mesures pour surmonter les barrières à la diffusion de la GCH .....	14
Tableau 8: Plan indicatif des années de mise en service des PCH .....	17
Tableau 9: Conditions de marché pour une PCH .....	18
Tableau 10: Classement des barrières et barrières essentielles au développement de la PCH .....	20
Tableau 11: Evaluation coût-bénéfice de la technologie PCH.....	22
Tableau 12: Mesures pour surmonter les barrières à la diffusion de la PCH.....	23
Tableau 13: Comparatif de rendements et de durées de vie de différentes lampes .....	27
Tableau 14: Conditions du marché pour les Lampes LED .....	28
Tableau 15: Comparatif économique sommaire des lampes.....	29
Tableau 16: Classement des barrières et barrières essentielles à la promotion des lampes LED .....	30
Tableau 17: Prix des lampes en Ariary .....	32
Tableau 18: Niveau de subvention par lampe et prix sur le marché .....	32
Tableau 19: Consommation d'électricité et Emission évitée au cours de la durée de vie d'une lampe LED.....	33
Tableau 20: Emission évitée par lampe et par unité de subvention (Avec des Lampes LED exemptes de DD & TVA).....	33
Tableau 21: Coût par tonne de GES évité (avec des Lampes LED exemptes de DD & TVA) .....	33
Tableau 22: Mesures pour surmonter les barrières à la diffusion des lampes LED .....	34
Tableau 23: Composition de cendre volante .....	41
Tableau 24: Les barrières économiques et financières de la technologie «Cendres Volantes» .....	41
Tableau 25: Les barrières non financières à la diffusion de la technologie «Cendres Volantes» .....	43
Tableau 26: Evaluation des mesures « économiques et financières » et « non financières » pour Cendres Volantes (CV).....	46
Tableau 27: Les barrières économiques et financières de la technologie "bioplastiques" .....	50
Tableau 28: Les barrières non financières de la technologie "bioplastiques" .....	52
Tableau 29: Evaluation des mesures «économique et financière» et «non financières» pour Bioplastique (BP) .....	55
Tableau 30: Les barrières économiques et financières de la technologie "sciure de bois" .....	58
Tableau 31: Les barrières non financières de la technologie "sciure de bois" .....	59
Tableau 32: Evaluation des mesures «économique et financière» et «non financières» pour Sciure de bois .....	63
Tableau 33: Interrelations entre les barrières essentielles des trois technologies.....	66

## TABLE DE MATIERES

<b>RESUME EXECUTIF.....</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>3</b>
<b>1. SECTEUR ENERGIE .....</b>	<b>3</b>
1.1. <i>Vision/Objectifs principaux visés pour le transfert et la diffusion des technologies.....</i>	3
1.2. <i>Analyse des barrières et les mesures favorables à la technologie GCH.....</i>	5
1.2.1. Description générale de la technologie GCH et objectif visé pour son transfert et sa diffusion ..	5
1.2.2. Analyse des barrières de la technologie « Grande Centrale Hydroélectrique » (GCH).....	8
1.2.2.1. Barrières économiques financières .....	8
1.2.2.2. Barrières non financières .....	9
1.2.3. Mesures identifiées.....	12
1.3. <i>Analyse des barrières et les mesures favorables à la technologie PCH .....</i>	17
1.3.1. Description Générale de la technologie PCH et objectif visé pour son transfert et sa diffusion	17
1.3.2. Analyse des barrières de la technologie « Petite Centrale Hydroélectrique » (PCH) .....	18
1.3.2.1. Barrières économiques financières .....	18
1.3.2.2. Barrières non financières .....	19
1.3.3. Mesures identifiées.....	22
1.4. <i>Analyse des barrières et les mesures favorables à la technologie Lampes LED (LED) .....</i>	27
1.4.1. Description Générale de la technologie LED et objectif visé pour son transfert et sa diffusion	27
1.4.2. Analyse des barrières de la technologie Lampes LED .....	28
1.4.2.1. Barrières économiques financières .....	28
1.4.2.2. Barrières non financières .....	30
1.4.3. Mesures identifiées.....	31
1.5. <i>Interrelations entre les barrières identifiées du secteur Energie .....</i>	36
1.5.1. Barrières liant les 3 technologies GCH, PCH et LED .....	36
1.5.2. Barrières liant les GCH et PCH.....	36
1.5.3. Barrière liant la PCH et les lampes LED .....	37
1.6. <i>Cadres favorables pour surmonter les barrières du secteur Energie .....</i>	37
1.6.1. Mesures pour surmonter les barrières communes au développement des GCH, PCH, LED .....	37
1.6.2. Mesures pour surmonter les barrières communes au développement des GCH et PCH .....	37
1.6.3. Mesures pour surmonter les barrières communes au développement des PCH et LED .....	38
<b>2. SECTEUR INDUSTRIE.....</b>	<b>39</b>
2.1. <i>Vision/Objectifs principaux visés pour le transfert et la diffusion des technologies.....</i>	39
2.2. <i>Analyse des barrières et les mesures favorables de la technologie « Cendres Volantes » .....</i>	40
2.2.1. Description générale de la technologie « Cendres Volantes » et objectif visé pour son transfert et sa diffusion .....	40
2.2.2. Analyse des barrières de la technologie « Cendres Volantes » .....	41
2.2.2.1. Barrières économiques et financières .....	41
2.2.2.2. Barrières non financières .....	43
2.2.3. Mesures identifiées.....	45
2.2.3.1. Mesures économiques et financières .....	45

2.2.3.2.	Mesures non financières.....	45
2.3.	<i>Analyse des barrières et les mesures favorables de la technologie « Bioplastiques »</i> .....	49
2.3.1.	Description générale de la technologie « bioplastiques » et objectif visé pour son transfert et sa diffusion	49
2.3.2.	Analyse des barrières de la technologie « Bioplastiques » .....	50
2.3.2.1.	Barrières économiques et financières .....	50
2.3.2.2.	Barrières non financières .....	52
2.3.3.	Mesures identifiées.....	54
2.3.3.1.	Mesures économiques et financières .....	54
2.3.3.2.	Mesures non financières.....	54
2.4.	<i>Analyse des barrières et les mesures favorables de la technologie « sciure de bois »</i> .....	57
2.4.1.	Description générale de la technologie « sciure de bois » et objectif visé pour son transfert et sa diffusion .....	57
2.4.2.	Analyse des barrières de la technologie « sciure de bois » .....	58
2.4.2.1.	Barrières économiques et financières .....	58
2.4.2.2.	Barrières non financières .....	59
2.4.3.	Mesures identifiées.....	62
2.4.3.1.	Mesures économiques et financières .....	62
2.4.3.2.	Mesures non financières.....	62
2.5.	<i>Interrelations entre les barrières identifiées</i> .....	66
2.6.	<i>Cadres favorables pour surmonter les barrières du Secteur Industrie</i> .....	66
<b>CONCLUSION</b> .....		<b>68</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....		<b>70</b>
<b>ANNEXES</b>		
<b>ANNEXE 1: Grande Centrale Hydroélectrique: Arbre logique des problèmes, Arbre à solutions et Analyses de causalité des 4 barrières clé</b> .....		<b>75</b>
ANNEXE 2: Petite Centrale Hydroélectrique : Cartographie du marché, Arbre Logique des Problèmes, Arbre à solutions et Analyses de causalité de 6 barrières clé .....		81
ANNEXE 3: Lampes LED : Cartographie du marché, Arbre logique des problèmes et Arbre à Solutions, Calcul du montant de la subvention par lampe, Arbre à solutions et Analyses de causalité de 4barrières clé.....		90
ANNEXE 4: Liste des personnes des parties prenantes rencontrées pour l’Energie.....		98
ANNEXE 5: Liste du Groupe de Travail Electricité .....		99
<b>ANNEXE 6: Description des barrières économiques et financières à la diffusion de la technologie «Cendres Volantes»</b> .....		<b>100</b>
<b>ANNEXE 7: Description des barrières non financières à la diffusion de la technologie «Cendres Volantes»</b> .....		<b>102</b>
<b>ANNEXE 8: Hiérarchisation des barrières économiques et financières (cendres volantes)</b> .....		<b>105</b>
<b>ANNEXE 9: Mesures économiques et financières identifiées pour faciliter la diffusion de la technologie « cendres volantes » et arbre à solutions</b> .....		<b>106</b>
<b>ANNEXE 10: Hiérarchisation des barrières non financières (cendres volantes)</b> .....		<b>107</b>
<b>ANNEXE 11: Mesure non financière identifiée pour faciliter la diffusion de la technologie "cendres volantes" et arbre à solutions</b> .....		<b>108</b>



<b>ANNEXE 12: Description des barrières économiques et financières à la diffusion de la technologie "bioplastiques" .....</b>	<b>109</b>
<b>ANNEXE 13: Description des barrières non financières à la diffusion de la technologie "bioplastiques" .....</b>	<b>111</b>
<b>ANNEXE 14: Hiérarchisation des barrières économiques et financières de la technologie "bioplastique" .....</b>	<b>114</b>
<b>ANNEXE 15: Mesures économiques et financières identifiées pour faciliter la diffusion de la technologie « bioplastique » et arbre à solutions.....</b>	<b>115</b>
<b>ANNEXE 16: Hiérarchisation des barrières essentielles non financières de la technologie «bioplastique».....</b>	<b>116</b>
<b>ANNEXE 17: Mesures non financières identifiées pour faciliter la diffusion de la technologie "bioplastique" et arbre à solutions.....</b>	<b>117</b>
<b>ANNEXE 18: Description des barrières économiques et financières à la diffusion de la technologie "sciure de bois".....</b>	<b>118</b>
<b>ANNEXE 19: Description des barrières non financières à la diffusion de la technologie "sciure de bois" .....</b>	<b>119</b>
<b>ANNEXE 20: Hiérarchisation des barrières essentielles économiques et financières de la technologie « sciure de bois » .....</b>	<b>121</b>
<b>ANNEXE 21: Mesures économiques financières identifiées pour faciliter la diffusion de la technologie « sciure de bois ».....</b>	<b>122</b>
<b>ANNEXE 22: Hiérarchisation des barrières essentielles non financières de la technologie « sciure de bois » .....</b>	<b>123</b>
<b>ANNEXE 23: Mesures non financières identifiées pour faciliter la diffusion de la technologie « sciure de bois ».....</b>	<b>124</b>
<b>ANNEXE 24: Diagramme d'interrelation entre les barrières .....</b>	<b>125</b>
<b>ANNEXE 25: Les participant(e)s aux ateliers de travail .....</b>	<b>126</b>

## RESUME EXECUTIF

Le projet d'Evaluation des Besoins Technologiques (EBT) respectueuses de l'environnement, a pour but d'aider le pays à identifier et analyser ses besoins technologiques prioritaires, qui pourront servir de base à un portefeuille de projets et programmes technologiques respectueux de l'environnement pour faciliter leur transfert et l'accès aux savoir-faire. L'EBT sera réalisée en trois étapes : Identification et hiérarchisation des Technologies ; Analyse des barrières et cadre favorable ; et Plan d'Actions Technologiques. La première étape a été réalisée en 2016, les technologies sélectionnées sont « Grande centrale hydroélectrique (GCH) », « Petite centrale hydroélectrique (PCH) » et « Lampes LED (LED) » pour le secteur énergie, et « cendre volante », « bioplastique » et « sciure de bois » pour le secteur industrie.

La deuxième étape consiste à identifier, analyser les barrières au transfert et/ou à la diffusion de chacune des technologies prioritaires et de proposer des mesures pour la levée de ces barrières. Pour le secteur énergie, les mesures suivantes sont communes pour les 3 technologies : i) Réduire le niveau relativement très élevé des coûts d'investissement des centrales hydroélectriques et du coût d'acquisition initiale par les ménages des lampes LED ; ii) Obtenir une bonne base de prise de décision plus complète pour la promotion de chaque technologie.

Pour les 2 technologies **GCH-PCH**, les mesures spécifiques communes consistent à : i) Améliorer l'environnement financier du secteur électricité et/ou l'accès facile au financement ; ii) Réduire la durée pour développer une centrale hydroélectrique entraînant la prédominance de la gestion d'urgence par recours aux diesels au lieu de se concentrer sur le long terme (développement de l'hydroélectricité).

La mesure commune aux 2 technologies PCH-LED est la sensibilisation et/ou la motivation l'Etat au développement des mini réseaux solution transitoire à la promotion de la PCH, et à l'instauration d'incitation fiscale pour réduire les prix d'acquisition initiale par les ménages des LED.

Les principales mesures spécifiques pour surmonter les barrières au développement de chaque technologie sont pour la GCH: i) optimiser la gestion de la période transitoire vers les GCH, pour un grand centre tel que la RIATA, par le prompt remplacement des groupes au gasoil par les groupes au fuel lourd, et voir la possibilité du recours à l'huile lourde disponible localement réduisant la sortie de devises pour les importations de fuel lourd; ii) Finaliser le choix des sites candidats à partir d'une analyse plus affinée basée sur des études de préfaisabilité et de faisabilité d'aménagement réalisées pour le gouvernement avec les PTF. En cas de limitation budgétaire, favoriser les GCH avec réservoir compte tenu de leur compétitivité sur la plan technico-économique. Pour la PCH : i) Etablir et mettre en œuvre une politique et des stratégies pour faire contribuer les grands groupes industriels et commerciaux locaux et les PTF au renforcement du FNE; ii) Améliorer le statut ADER-FNE en vue entre autres d'une interaction ADER-FNE avec les PTF qui peuvent intervenir pour l'augmentation du fonds pour une mobilisation financière suffisante iii) Accroître le développement des mini réseaux solutions transitoires (diesel, hybride diesel-solaire, et autres) pour les nombreux petits centres isolés, pour rentabiliser à court et moyen terme plusieurs PCH situées loin des demandes actuellement. Concernant les lampes LED : i) Réduire et rendre abordables par la grande majorité des ménages, les prix d'acquisition initiale des lampes LED ; ii) Etablir et mettre en vigueur un cadre légal

et réglementaire interdisant l'importation de lampes incandescentes iii) Améliorer les connaissances des ménages sur les lampes LED.

Pour le secteur industrie, des mesures économiques et financières ont été envisagées pour faciliter la diffusion de la technologie « cendre volante » telles qu'encouragement des investisseurs locaux par la mise en place d'un taux d'intérêt bancaire incitatif et l'abaissement de la taxe de transport. Et une mesure non financière a été identifiée « Elaborer et accompagner une politique et stratégie d'utilisation de cendres volantes ».

Une mesure économique et financière a été adoptée pour la technologie « bioplastique », « Elaboration d'une stratégie d'incitation et d'utilisation de BP par l'abaissement de la taxe d'importation ». Et trois mesures non financières ont été identifiées « Inciter l'agriculture à grande échelle sur des terrains n'impactant pas les terres cultivables/arables et n'engendrant pas de déforestation », « Recherche, développement et démonstration » et « Information, sensibilisation et enseignement sur le bioplastique ».

Pour la technologie « sciure de bois », deux mesures économiques et financières ont été identifiées : « pérennisation de l'exploitation forestière contre reboisement par annulation de la taxe de coupe » et « facilitation de l'investissement par réduction du taux bancaire ». Pour cette même technologie, des mesures non financières ont été identifiées : « facilitation de la fabrication de technologie », « appui institutionnel en élaboration des instruments sur la sciure de bois » et « former sur les normes d'utilisation de sciure de bois ».

## INTRODUCTION

L'étape 1 du projet EBT 2 a abouti à la sélection des technologies prioritaires suivantes pour le secteur énergie :

- Grande Centrale Hydroélectrique (GCH) pour la production d'électricité dans les grands réseaux électriques.
- Petite Centrale Hydroélectrique (PCH) pour les petits réseaux électriques.
- Lampes LED de bonne qualité pour améliorer l'efficacité de l'éclairage

Pour le cas du secteur Industrie, trois technologies ont été priorisées :

- Réduction du ratio clinker/ciment par ajout de « cendres volantes »,
- « Bioplastiques »,
- et valorisation de déchets industriels « sciure de bois ».

La présente deuxième étape consiste à : identifier les barrières ne permettant pas de diffuser ces technologies, de grouper ces barrières en barrières clés et barrières essentielles, de décomposer les barrières clés pour les comprendre, d'hierarchiser les barrières essentielles. A partir de ces dernières, des mesures ont été identifiées pour pouvoir positiver les barrières essentielles en question. Ensuite, ces mesures ont été évaluées en utilisant l'outil de simulation mis à disposition par le Technical University of Denmark. Et enfin, des cadres favorables ont été présentés.

## 1. SECTEUR ENERGIE

### 1.1. Vision/Objectifs principaux visés pour le transfert et la diffusion des technologies

Les 3 technologies appartiennent au sous-secteur Electricité qui a connu ces dernières années des nombreuses difficultés qui peuvent se résumer par : (i) une dépendance croissante aux produits pétroliers totalement importés, (ii) augmentation du coût de production d'électricité, (iii) difficultés financières et défaillance technique de la société nationale d'électricité (JIRAMA), (iv) très faible utilisation de l'énergie hydraulique dont le potentiel est important, (v) forte dépendance aux lampes à incandescences consommant beaucoup plus d'énergie, et utilisation croissante des lampes fluorescentes à économie d'énergie mais contenant de mercure, et nocives à la santé à cause d'émission d'ondes électromagnétiques si elles sont placées à courte distance des utilisateurs, (vi) croissance de l'émission de gaz à effet de serre. En réponse à ces problèmes, le Gouvernement de Madagascar a défini la Nouvelle Politique de l'Energie (NPE) en septembre 2015, choisie pour les 15 prochaines années dont les principales cibles comprennent entre autres les principaux objectifs pour le transfert et la diffusion des technologies sélectionnées, données au tableau1 ci-dessus. Ainsi, les objectifs préliminaires ci-après sont définis dans le cadre de cette étude :

- 1) L'atteinte d'un taux d'accès durable d'électricité de 70% qui impliquerait une production d'électricité de 7 900 GWh en 2030 contre les 1 500 GWh produit actuellement pour le taux d'accès de l'ordre de 15%<sup>1</sup> ;
- 2) La production d'électricité proviendra à 75% de l'hydroélectricité, 5% de l'éolien, et 5% du solaire, soit 85% de sources d'énergie propres, le restant 15%, étant du thermique en complément et en appui aux ER, à l'horizon 2030.
- 3) Pour les mini-réseaux, le mix prévisible sera composé de 50% de sources renouvelables et 50% d'autres énergies y compris thermique <sup>1</sup>.

4) Pour les ménages, des mesures d'efficacité énergétiques dans la consommation d'électricité (ampoules, équipements électriques à basse consommation) seront adoptées par 60% d'entre eux à l'horizon 2030.

Les 3 technologies ciblées par l'analyse des barrières appartiennent respectivement aux catégories de biens suivants :

**Tableau 1: Catégories des technologies ciblées**

<b>TECHNOLOGIE CIBLE</b>	<b>CATEGORIE</b>
Grande Centrale Hydroélectrique (GCH)	Bien non marchand/Bien fourni par le service public pour produire de Bien de consommation (électricité) dans les grands centres
Petite Centrale Hydroélectrique (PCH)	Bien non marchand/Bien d'équipement pour produire de Bien de consommation (électricité) dans les petits centres
Lampe LED	Bien marchand/Bien de consommation

### **Processus adopté pour l'identification, l'analyse des barrières et mesures favorables aux 3 technologies**

Le processus d'identification et d'analyse des barrières et des mesures favorables aux 3 technologies adopté, se présente comme suit :

- Identification des parties prenantes évoluant dans le secteur Electricité auquel appartiennent les technologies
- Réunions et entretiens avec des responsables et/ou experts des parties prenantes pour : un rappel de l'étape 1 de l'EBT et sur les objectifs et les consistances de l'étape 2; la constitution d'un groupe de travail restreint (5 à 10 personnes) compte tenu de l'importance de l'approche participative dans la réalisation du travail.
- Identification initiale des barrières par une étude de bureau menée par le consultant sur la base de revue documentaire complétée par les entretiens avec des experts et des parties prenantes.
- Etablissement d'une première liste de barrières pour chaque technologie et transmise aux parties prenantes en vue de la préparation de la première réunion du GTELEC.
- Constitution du Groupe de Travail Electricité (GTELEC)
- Organisations des réunions du GTELEC pour l'identification et l'analyse des barrières et pour identifier les mesures pour surmonter les barrières.

Les différentes phases de l'étape 2 de l'EBT « Analyse des barrières et cadre propice pour surmonter les barrières » se présentent comme suit :

- Phase 1 : Analyse des conditions de marché pour chacune des 3 technologies.
- Phase 2 : Identification et Regroupement des Barrières
- Phase 3 : Détermination des Barrières Essentielles et des Barrières Clés
- Phase 4 : Analyse des Barrières Clés et propositions de mesures pour surmonter les barrières<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Lettre de politique de l'énergie de Madagascar 2015-2030 – Ministère de l'Energie et des Hydrocarbures – Septembre 2015

Pour l'identification et le regroupement des barrières, une première liste de barrières réparties pour chacune des 3 technologies a été élaborée par le consultant et transmise aux participants avant la réunion pour observations et suggestions. Les observations et suggestions ont été émises durant la première réunion. Toutefois, dans le souci de bien compléter les remarques et propositions pour identifier le maximum de barrières, le GTELEC a décidé de poursuivre le travail dans leur bureau respectif et de transmettre leurs idées au consultant.

Concernant la détermination des barrières essentielles et des barrières clés, selon les recommandations des participants, le consultant a établi un fichier de toutes les barrières identifiées et regroupées par les participants, pour chacune des 3 technologies, et le leur a transmis pour notation en vue de la détermination des barrières essentielles et des barrières clés et de l'analyse des barrières. En effet, la méthodologie adoptée pour la sélection des barrières consiste à <sup>2</sup> :

- Inviter chaque participant à noter chaque barrière selon une échelle de 1 à 5 où 5 correspond à la plus importante barrière et 1 la barrière de moindre poids,
- Supprimer le tiers inférieurs de la liste de classement des barrières,
- Les 2/3 restants sont les « Barrières essentielles » qui doivent être abordées et surmontées pour la réussite du transfert et le développement de la technologie
- Les « Barrières clés » sont celles des « Barrières essentielles » considérées comme les plus importantes.

Pour l'analyse des barrières clés, dans la catégorie « Barrières économiques et financières », une analyse coût-bénéfices, comparative de la nouvelle technologie avec les technologies existantes (références) s'avère essentielle. La compétitivité de la nouvelle technologie avec les références risque d'être une des barrières les plus importantes à son développement. La cartographie de marché est recommandée pour les technologies de biens marchands (biens de consommation et biens d'équipement). Les deux outils suivants ont été utilisés pour la « décomposition » des barrières de toutes les catégories de technologies <sup>3</sup> :

- L'Analyse cause racine des barrières clés (décomposition de chaque barrière clé),
- L'Analyse Logique des Problèmes (ALP) ; Arbre à problèmes.

La deuxième réunion qui s'est tenue un mois après la première, a permis de : classer les barrières suivant les moyennes des notes que les participants ont transmises; déterminer les barrières essentielles et barrières clés ; réaliser les premières ALP et analyse de causalité des barrières clé.

## **1.2. Analyse des barrières et les mesures favorables à la technologie GCH**

### **1.2.1. Description générale de la technologie GCH et objectif visé pour son transfert et sa diffusion**

La GCH appartient à la catégorie de centrale ayant une puissance installée de plus de 100 MW. Pour Madagascar, le grand centre où l'introduction d'une GCH s'avère urgente est le projet de Réseau<sup>2</sup> Interconnecté d'Antananarivo, Toamasina et Ambositra (RIATA), montré sur la figure 1 ci-après:

---

<sup>2</sup> : Boubacar FALL – Présentation : Identification et analyse des barrières/Processus et outils slide 6 – 4 sélection des barrières – 2<sup>e</sup> Atelier régional de renforcement des capacités – Groupe francophone pays africains – 23 – 26 Février 2016 Hôtel Filaos, Saly Sénégal

<sup>3</sup> : Ivan Nygaard et Ulrich Elmer Hansen – 2015 – Surmonter les barrières au transfert et à la diffusion des technologies dans le secteur du Climat : seconde édition

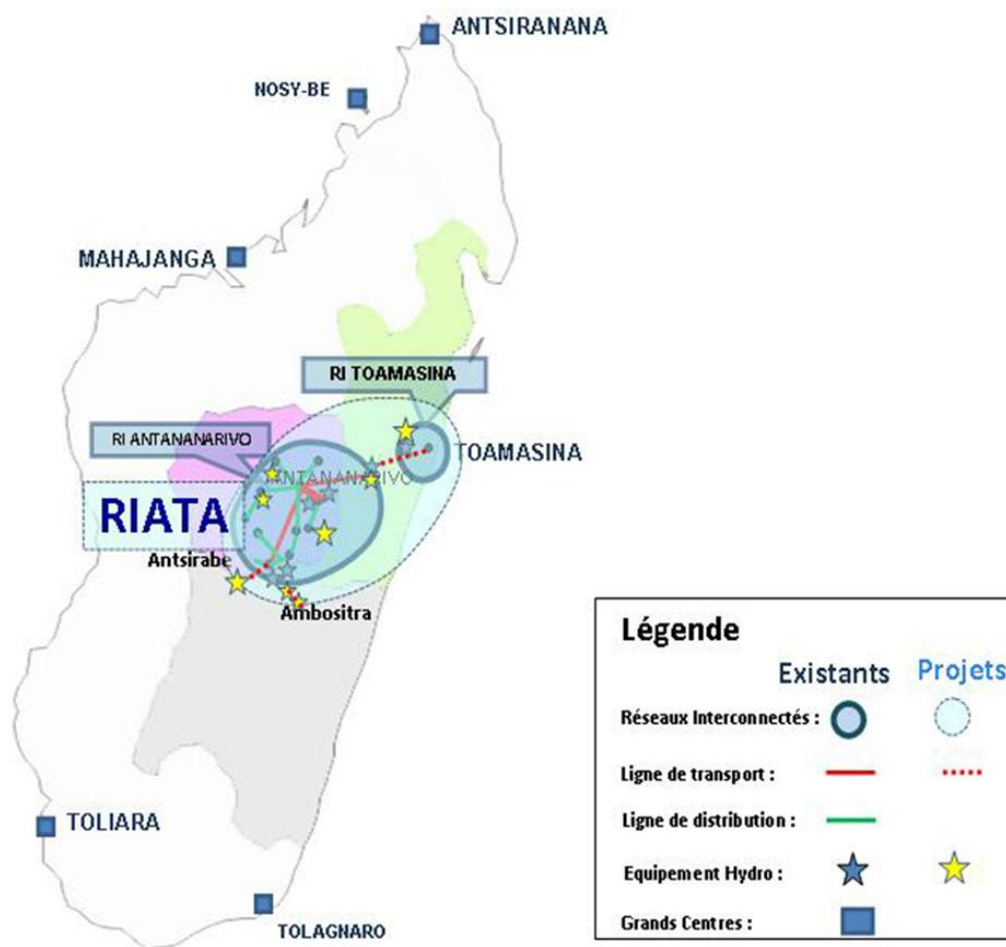


Figure 1: Localisation du projet RIATA

Le principal fournisseur d'électricité du pays est la JIRAMA. D'après les statistiques de la JIRAMA, en 2015, le RIATA représente 76% de ses ventes totales s'élevant à 780 GWh. 1 193 GWh ont été produites, dont 75% assurées par l'hydroélectricité. La puissance installée du RIATA s'élève à 431 MW dont 152 MW d'hydroélectricité.

La projection de la demande et celle de l'offre établie par l'ORE en 2013 pour l'horizon 2030 est donnée dans le tableau 2 suivant :

Tableau 2: Extrait de la projection de la demande et de la production RIATA horizon 2030

Unité en MW	2013	2016	2017	2018	2019	2020	2026	2027	2028	2029	2030
Projection de la demande en pointe	221	240	249	258	267	277	358	373	390	407	425
Capacité de production RIATA	329	297	343	370	475	475	456	636	636	636	636
<i>Hydroélectriques</i>	152	152	188	223	328	328	328	508	508	508	508
<i>Thermiques (diesel)</i>	177	146	155	147	147	147	128	128	128	128	128

Source : Plan indicatif1 - ORE – 2013

(Puissance de pointe RIATA en 2012 : 212 MW)

Ce plan indique à l'horizon 2030, l'installation de 2 GCH. 4 sites de GCH identifiés ont fait l'objet d'études préliminaires d'aménagement en 2009<sup>34</sup> financées par la Banque Mondiale pour le gouvernement. Leurs coûts actualisés du kWh ont été estimés et donnés dans le tableau ci-dessous (avec l'hypothèse de la conservation de la totalité du potentiel de chaque site):

**Tableau 3: Coûts actualisés du kWh des centrales**

SITE	ANTETEZAMBATO	MAHAVOLA	SAHOFIKA	LOHAVANANA
<b>Coût du kWh (cEUR/kWh)</b>	<b>4,3</b>	<b>4,7</b>	<b>5,5</b>	<b>4,4</b>

Le tableau 4 montre que les coûts du kWh des 4 GCH sont de même ordre de grandeur, et que chacun de ces 4 projets de GCH est plus compétitif que l'option thermique de référence, diesel à fuel lourd, dont le coût du kWh s'élève à 0,135 Euro <sup>5 (page 10)</sup>.

L'étude de préfaisabilité d'Antetezambato a été réalisée en 2013 pour le gouvernement sur financement Banque Mondiale. Celle de Sahofika a été entreprise par un privé en vue de préparer un contrat de concession, mais n'a pas considéré la conservation du potentiel total du site, en vue de réduire l'investissement initial.

Le tableau suivant récapitule les caractéristiques techniques et financières des 4 GCH candidates.

**Tableau 4: 4 GCH candidats pour le RIATA**

Identification de l'aménagement	Cours d'eau	Niveau d'étude disponible	Type aménagement <sup>(1)</sup>	Capacité à installée (MW)	Travaux de construction (estimation)			Année de mise en service au plus tôt
					Exécution	Durée (mois)	Investissement (k\$US) <sup>(2)</sup>	
ANTETEZAMBATO Vakinankaratra	Mania	Préfaisabilité	AFL	180		48	713 190	2020
MAHAVOLA Analamanga	Ikopa	Préliminaire	AVR	150	Phase 1	48	785 890	2020
LOHAVANANA Alaoatra Mangoro	Mangoro	Préliminaire	AFL	120		48	587 840	2022
SAHOFIKA Alaoatra Mangoro	Onive	Préfaisabilité	AVR	105	Phase 1	43	348 150 <sup>(3)</sup>	2019

Source : ORE / Etude PEMC 2013 - Mavethic Consulting

<sup>(1)</sup> : AFL = Au fil de l'eau ; AVR : Avec réservoir

<sup>(2)</sup> : aux conditions économiques de Décembre 2012

<sup>3</sup> : SOGREAH/EDF/SOMEAH – Ministère de l'Energie – Décembre 2009 - Etude de préfaisabilité d'un grand aménagement hydroélectrique pour les réseaux interconnectés à Madagascar – (pages 95, 106)

<sup>5</sup> : ARTELIA/EDF/SOMEAH– Ministère de l'Energie – AVRIL 2013 - Etude de préfaisabilité d'Antetezambato

<sup>6</sup> : Plans indicatifs ORE – Site Wb 2013\_UTI



<sup>(3)</sup> : *potentiel total du site non tenu compte (selon notre constat)*

Ce tableau 5 montre que : 2 centrales sont de type au fil de l'eau qui fait perdre de puissance importante en étiage qui dure 8 mois sur 12 ; et 2 centrales conçues avec de réservoir, mais ne sont pas au même niveau d'étude.

Au vu de la situation de la technologie GCH à Madagascar décrite ci-dessus, les principaux objectifs de son transfert et de sa diffusion consistent à :

- Remplacer les centrales thermiques diesels pour réduire : le coût de l'électricité dans le grand centre RIATA, la dépendance aux produits pétroliers totalement importés, la facture pétrolière et l'émission des gaz à effet de serre
- Fournir à la RIATA une technologie éprouvée, robuste, efficace et assurant une grande sécurité d'approvisionnement
- Augmenter significativement le taux d'accès à l'électricité
- Améliorer rapidement la situation économique et sociale du pays

### 1.2.2. Analyse des barrières de la technologie « Grande Centrale Hydroélectrique » (GCH)

Le transfert de GCH rencontre des barrières économiques et financières et des barrières non financières telles que politique, juridique et réglementaire ; organisationnelles, techniques, sociales et environnementales.

#### 1.2.2.1. Barrières économiques financières

Les 3 principales barrières économiques et financières identifiées pour le transfert et la diffusion de la GCH sont :

- Coût très élevé des investissements
- Difficulté d'accès au financement
- Base de décision au développement des GCH insuffisante et non claire.

Le coût très élevés des investissements est dû : en plus de l'importance des fonds requis, l'annonce par les privés (IPP) des taux d'intérêt relativement élevés ; retard du recours aux coopérations financières régionales et internationales à faible taux d'intérêt et à des dons non remboursables ; insuffisance d'incitation fiscale par l'absence de cadre juridique incitatif à la promotion des GCH entraînée par l'inexistence d'une politique et stratégies de développement des GCH ; et le niveau élevé des coûts des études d'aménagement, des contrôles et suivis des travaux à cause du recours aux expertises internationale qui coûtent très chères pour compléter l'insuffisance de l'expertise locale.

La difficulté d'accès au financement du secteur Electricité a été engendré par : la fixation des tarifs de JIRAMA par la politique qui actuellement n'arrivent pas à couvrir les coûts de production qui ont connus des hausses importantes à cause l'augmentation de l'utilisation des centrales diesels pour satisfaire la demande croissante en électricité, d'une part, et pour réguler le mauvais rendement du parc hydroélectrique dominé par le type « au fil de l'eau » existant (120 MW de puissance garantie en étiage sur les 156 MW de puissance installée en 2012) ; les pertes financières importantes de la JIRAMA découlant des pertes techniques et non techniques importantes ; et l'inexistence de garantie pour sécuriser les investissement privés.

La base de prise de décision pour faire avancer le développement des GCH n'est pas claire. En effet, comme il est décrit au paragraphe 1.2.1, la comparaison des sites candidats GCH au RIATA objet de notre étude, a été faite sur la base d'études préliminaires de 2009 dont le niveau de précisions pour chaque site (sur le choix d'aménagement, les dimensionnements des ouvrages, l'impact sur l'environnement en particulier en amont des barrages, et les études économiques et financières y correspondant, ...), ne permet pas une analyse coût/bénéfice suffisamment précise pour réduire ou supprimer les subjectivités qui retardent le choix final de sites pour le RIATA.

#### 1.2.2.2. Barrières non financières

##### **Barrières politiques, juridiques et réglementaires**

L'interférence de la politique a entraîné : la prédominance de la gestion d'urgence par le recours aux centrales diesels au lieu de se concentrer sur le long terme avec le développement des GCH ; les tarifs fixés par la politique aboutissant aux problèmes techniques et financiers actuels de la JIRAMA amplifiés par le faible recouvrement des factures de l'administration.

Madagascar ne dispose pas encore de programme d'actions de coopération régionale, sous régionale et internationale (plus poussée aux autres opportunités) pour bénéficier des potentialités de financement et du partage d'expériences à cause de l'inexistence de volonté d'exploiter ces opportunités.

Le cadre légal et réglementaire actuel ne donne pas le niveau d'indépendance nécessaire par rapport à l'ingérence politique des organismes publics, pour un meilleur environnement technico-économique, financier et social du secteur électricité. Il entraîne également une faiblesse de coordination dans l'élaboration des plans de production et de transport d'électricité, et une lourdeur administrative freinant les procédures de développement des projets de GCH. La réglementation actuelle devient inadéquate pour sanctionner les vols et fraudes d'électricité.

##### **Barrières organisationnelles**

La faible coordination des organismes publics pour les attributions des droits d'utilisation de l'eau, de terres et de permis de construction ainsi que l'insuffisance de l'organisation pour le choix des IPP, l'établissement des contrats de concession et d'achat d'électricité par l'acheteur central actuellement JIRAMA, le responsable des réseaux de transport sur tout le territoire, provoquent une lourdeur administrative retardant le transfert et le développement de la GCH.

##### **Barrières techniques**

Les études de préfaisabilité et de faisabilité des sites GCH candidats pour le développement du RIATA n'ont pas été faites. Les éléments techniques, économiques, environnementaux et financiers (*par exemple connaissance des pratiques et des taux d'intérêt appliqués par les traditionnelles et nouvelles banques de développement bilatérales et multilatérales*) fiables ne sont pas disponibles pour :

- le choix de sites prioritaires à aménager et le retarde à cause des subjectivités,
- le choix du recours à l'IPP pour un « construire opérer et transférer » ou un « construire et transférer », ou la solution « emprunt par la puissance publique et appels d'offres pour la construction »,

-les négociations sur des bases plus précises (production, vente, ...) des contrats d'achat avec les opérateurs.

L'expertise locale pour réaliser les études, suivis et contrôles des études et travaux, et les travaux n'est pas suffisante. Le recours à l'expertise internationale qui coûte très chère devient nécessaire.

Les données hydrologiques et hydrométriques ne sont pas à jour, les stations de mesures n'ont plus fonctionnées depuis plusieurs années. Il s'agit d'une conséquence d'une défaillance politique, institutionnelle, organisationnelle et financière.

Concernant les vols et fraudes d'électricité, la principale cause est l'inadéquation de la réglementation, des procédures et des moyens matériels de prévention.

### Barrières sociales et environnementales

Les vols et fraudes d'électricité ont fortement contribué aux pertes financières de la JIRAMA entraînant l'environnement financier incertain du secteur électricité et la réticence des privés à opérer dans le secteur.

Les barrières identifiées par le GTELEC ainsi que leur classement à partir des moyennes des notes attribuées par les membres, et les barrières essentielles sont donnés dans le tableau 6 suivant :

**Tableau 5: Classement des barrières et barrières essentielles au développement de la GCH**

Classement des barrières GCH		Note	Très importantes	BARRIERES ESSENTIELLES
1	Interférence de la politique dans la gestion de la société nationale de l'électricité (JIRAMA) entraînant une prédominance de la gestion des urgences par le recours aux centrales diesels au lieu de se concentrer sur le long terme <sup>7(p140)</sup> avec le développement des grandes centrales hydroélectriques <sup>8(p71)</sup> .	4,6		
2	Base de prise de décision au développement des grandes centrales hydroélectriques non claire	4,3		
3	Etudes de faisabilité, économiques, et financières des sites candidats non réalisées <sup>7(p184)</sup> .	4,1		
4	Analyse coûts/bénéfices sur des bases relativement précises non disponibles.	4,0		
5	Accès difficile au financement	3,9		
6	Exigence de garanties par les opérateurs privés pour sécuriser leurs investissements.	3,9		
7	Le cadre légal et réglementaire actuel régissant les organismes publics chargés de l'électricité ne peut pas atténuer les effets néfastes de l'ingérence de la politique dans la gestion de ces organismes et par conséquent, sur l'environnement technico-économique et financier du secteur électricité	3,7		
8	Etudes de faisabilité techniques et environnementales des sites candidats non réalisées <sup>7(p184)</sup> .	3,7		
9	Disparition de la plupart des stations de mesures et de suivi de l'hydrométrie et de l'hydrologie, données hydrologiques non mises à jour depuis 4 décennies.	3,7		
10	Coût des études d'aménagement et d'impacts environnementaux élevé	3,6		
11	Le cadre légal et réglementaire actuel engendre des procédures compliquées dans la préparation, le lancement des appels d'offres pour achat de puissance et d'énergie ou pour octroi de Concession	3,6		

12	Interférence de la politique dans la gestion de la société nationale de l'électricité (JIRAMA) entraînant des tarifs fixés par la politique <sup>7(p173)</sup>	3,6	Assez importantes
13	Coût très élevé des investissements, entre 1500 et 2100 US\$ par kW installée [Idaho National Laboratory, 2005]	3,4	
14	Faible coordination des ministères et organismes nationaux entraînant une lourdeur des procédures administratives pour choisir les concessionnaires, établir les contrats de concession, établir les contrats d'achats, l'attribution des droits d'utilisation de l'eau, l'attribution de terres, l'attribution de permis de construction <sup>8(p6 et 52)</sup>	3,4	
15	Incohérence entre la planification des moyens de production et celle des réseaux (Transport & Distribution)	3,4	
16	Vulnérabilité de la Technologie aux conditions climatiques : irrégularité des conditions hydrologiques engendrée par l'irrégularité de la pluviométrie. <sup>9 (p31)</sup>	3,4	
17	Forte dégradation des bassins versants entraînant l'érosion hydrique et l'érosion éolienne créant ainsi l'ensablement des cours d'eau. [Constat sur la situation actuelle, entre autres Andekaleka]	3,4	
18	Investissements requis difficilement mobilisables par les privés.	3,3	
19	Le cadre légal et réglementaire actuel engendre une faible coordination concernant l'élaboration du plan de développement de la production	3,3	
20	Pertes financières importantes à cause des pertes techniques et non techniques	3,1	
21	Retard d'investissement pour le renforcement et l'amélioration des réseaux électriques de JIRAMA permettant d'évacuer l'énergie produite	3,1	
22	Environnement macroéconomique incertain : instabilité de la monnaie nationale, variation des taux de change au détriment de la monnaie nationale.	3,1	
23	Pertes techniques importantes au niveau de JIRAMA	3,1	
24	Concrétisation non encore effective des dispositions énoncées par la loi n°2015-039 sur le Partenariat Public et Privé (PPP) qui prévoit à son article 44 la création de trois types de fonds ci-après: un fonds de développement pour financer les études préalables et les opérations de lancement des projets PPP ; un fonds de garantie visant à prendre en charge les conséquences financières de défaillance de personne publique dans l'exécution d'un PPP ; et un fonds de viabilité destinés à prendre en charge le différentiel de financement pour des projets insuffisamment rentables.	3,0	
25	Incitation fiscale insuffisante: des équipements et matériel pour les composantes des centrales hydroélectriques sont frappés par les DD (10%) et la TVA (20%) [Loi des Finances 2016 – Tarifs des douanes p7].	2,9	
26	Insuffisance d'expertise spécialisée locale pour la réalisation des études, des contrôles et suivis des travaux, et l'exécution les différentes composantes des travaux, pour les centrales de grande taille, recours à l'expertise internationale qui coûte relativement chère	2,9	
27	Occupation foncière	2,9	
28	Inexistence d'un programme d'actions de coopération régionale pour bénéficier des potentialités de financement, du partage d'expériences <sup>8(p52)</sup> .	2,7	
29	Environnement financier incertain <sup>8(p95)</sup> .	2,7	
30	Inexistence d'un programme d'actions de coopération régionale pour bénéficier des potentialités de financement, du partage d'expériences <sup>8(p52)</sup> .	2,7	
31	Longue durée pour le développement des grandes centrales hydroélectriques	2,7	
32	Saturation des réseaux de distribution de JIRAMA	2,7	
33	Grandes centrales hydroélectriques non introduites dans les réseaux électriques	2,6	

34	Inexistence de volonté d'exploiter les opportunités régionales, sous régionales, internationales (entre autres avec les pays émergents) pour le financement, les échanges d'expériences. <sup>8(p6)</sup> .	2,6	<b>Faible importance</b>
35	Inondation de terres agricoles	2,6	
36	Paysage ou environnement affecté	2,6	
37	Système bancaire à Madagascar non adapté au financement des grandes centrales hydroélectriques.	2,4	
38	Tarifs appliqués par JIRAMA ne reflétant pas les coûts <sup>8(p95)</sup> .	2,4	
39	Résistance des ONG internationales	2,4	
40	Insolvabilité de la JIRAMA <sup>8(p95)</sup> .	2,3	
41	Vols et fraudes d'électricité de JIRAMA	2,3	
42	Inadéquation de la réglementation pour sanctionner les vols et fraudes d'électricité	2,1	
43	Inadéquation des procédures et moyens matériels pour prévenir les vols et fraudes d'électricité	2,1	

Le problème central tel qu'il est énoncé dans l'Arbre Logique des Problèmes faisant obstacle au transfert et développement des GCH, donné en annexe 1, est « Grande Centrale Hydroélectrique non utilisée dans le grand réseau électrique ». Les 4 barrières clés suivantes ont été identifiées comme les principales causes de ce problème central :

- Coût très élevé des investissements
- Accès difficile au financement
- Base de prise de décision au développement des GCH non claire
- Prédominance de la gestion d'urgence par recours aux centrales diesels au lieu de se concentrer sur le long terme : développement des GCH

L'analyse de causalité de chaque barrière clé et l'Arbre Logique des Problèmes au développement de la technologie GCH sont donnés en Annexe 1

### 1.2.3. Mesures identifiées

Une évaluation coût-bénéfice de la technologie GCH à partir de l'étude préliminaire de 2009<sup>4</sup> est montrée dans le tableau 6 suivant :

**Tableau 6: Evaluation coût-bénéfice de la technologie GCH**

Mesure	Eléments de coût	Bénéfices
1- Aménagement de la grande centrale hydroélectrique avec réservoir de Mahavola: puissance installée de 150 MW en phase 1 <sup>4</sup> (300 MW à terme)	<p>-Investissements : 400 000 000 Euro<sup>4</sup></p> <p>Environ 2 667 Euro par kW installé pour cette première phase (et 1 700 Euro par kW installé à terme)</p> <p>-Coût du kWh produit : 4,7 cEuro/kWh <sup>4</sup> en phase 1 nettement inférieur à celui du thermique de référence (diesel au fuel lourd) estimé à 13,5 cEuro/kWh <sup>5</sup></p>	<p>-Garantir une production moyenne de 1 889 GWh/an <sup>4</sup></p> <p>-Eliminer la défaillance de production actuelle.</p> <p>-Réduire le coût de production actuel</p> <p>-Avoir une solide sécurité d'approvisionnement par la solution avec barrage réservoir</p> <p>-Permettre d'éviter l'émission de 1 700 000 t.éq CO<sub>2</sub> de GES par an</p>

<p>2- Aménagement de la grande centrale hydroélectrique avec réservoir de Sahofika: puissance installée de 150 MW<sup>4</sup> en phase 1 (300 MW à terme)</p>	<p>-Investissements: 502 000 000 Euro<sup>4</sup>          Environ 3 347 Euro par kW installé pour cette première phase (et 1 820 Euro par kW installé à terme)</p> <p>-Coût du kWh produit: 5,5 cEuro/kWh<sup>4</sup> en phase 1 nettement inférieur à celui du thermique de référence (diesel au fuel lourd) estimé à 13,5 cEuro/kWh<sup>5</sup></p>	<p>-Garantir une production moyenne de 1 962 GWh/an<sup>4</sup>          -Eliminer la défaillance de production actuelle.          -Réduire le coût de production actuel          -Avoir une solide sécurité d’approvisionnement par la solution avec barrage réservoir          -Permettre d’éviter l’émission de 1 766 000 t.éq CO<sub>2</sub> (*) de GES par an</p>
---	--	--

(\*) 0,9 kg éq CO<sub>2</sub> par kWh (Valeur par défaut centrale diesel)

La proposition consiste à choisir entre les 2 GCH à l’issue des études de préfaisabilité et de faisabilité de chaque site, pour avoir une base de décision solide comprenant entre autres les ratios coût sur bénéfice et les temps de retour des investissements.

Les mesures pour surmonter les barrières au développement des GCH sont données dans le tableau 7 ci-dessous.

Tableau 7: Mesures pour surmonter les barrières à la diffusion de la GCH

Barrière clé	Éléments constitutifs de la barrière clé	Mesures proposées pour surmonter les barrières
		<b>Coût des investissements réduit</b>
<b>1- Coût très élevé des investissements</b>	-Taux d'intérêt élevés : insuffisance de coopération régionale et internationale pour bénéficier des potentialités de financement à plus faible taux d'intérêt et sous forme de don et partage d'expériences	-Etablir, améliorer et étendre les coopérations régionales et internationales pour bénéficier des nouvelles potentialités de financement en complément des coopérations financières traditionnelles, de financement à plus faible taux d'intérêt et/ou sous forme de don, et pour le partage d'expériences
	-Incitation fiscale insuffisante	-Elaborer en concertation avec les parties prenantes une politique de développement des GCH et créer un cadre juridique incitatif pour la promotion des centrales hydroélectriques
	-Coûts des études d'aménagement des sites candidats élevés	-Créer et former une expertise locale suffisante pour réaliser les études d'aménagement, le suivi et contrôle des études et des travaux relatifs aux GCH, pour limiter le recours à l'expertise internationale qui coûte très chère.
		<b>Faciliter l'accès au financement</b>
<b>2- Accès difficile au financement</b>	-Tarifs JIRAMA inférieurs aux coûts	-Améliorer le cadre légal et réglementaire et institutionnel du secteur Electricité pour atténuer au maximum l'ingérence politique dans la gestion de la JIRAMA et des autres organismes publics concernés, pour l'application des tarifs en vue d'une meilleure situation financière et d'une bonne performance techniques du secteur Electricité
	-Inexistence de garantie pour sécuriser les investissements privés	-Rendre effective la mise en œuvre de la loi sur le partenariat public et privé -Etablir des relations et des accords avec les organismes internationaux de garantie
	-Pertes financières importantes de JIRAMA	-Accélérer la réhabilitation et le renforcement des réseaux de distribution pour réduire les pertes techniques -Réduire les vols et fraudes d'électricité par la mise en place des moyens de contrôle adéquats : sanctions dissuasives, procédures et matériels de prévention appropriés -Améliorer le taux de recouvrement des factures
		<b>Base de prise de décision au développement des GCH complète et claire</b>
<b>3- Base de prise de décision au développement des GCH non claire</b>	-Analyses des coûts/bénéfices des sites candidats non disponibles	-Réaliser les analyses coûts/ bénéfices des sites candidats et finaliser le plus tôt possible le choix de sites et la priorisation de leurs aménagement sur la base de ces analyses à partir des études plus complètes que les études préliminaires.

	<p>-Etudes de pré faisabilité et faisabilité techniques, environnementales, économiques et financières de sites candidats non effectuées</p>	<p>-Négocier avec les PTF le financement et la réalisation des études pour le Gouvernement avec les mêmes termes de référence et le même niveau de précision</p>
	<p>-Disparition de plusieurs stations de mesures hydrologiques : données hydrologiques et hydrométriques non mises à jour depuis plusieurs années</p>	<p>-Etablir un cadre institutionnel et réglementaire plus efficace pour la maîtrise de l'eau          -Réhabiliter les stations de mesures hydrologiques et hydrométriques des sites de GCH et reprendre les différentes mesures          -Compléter les données annuelles manquantes par les méthodes scientifiques et techniques existantes (par exemple, l'utilisation des différents modèles pluie-débit)</p>
<p><b>4-Prédominance de la gestion d'urgence par recours aux diesels au lieu de se concentrer sur le long terme : développement des GCH</b></p>		<p><b>-Pour un grand centre tel que la RIATA, optimiser la gestion de la période transitoire vers les GCH : prompt remplacement des groupes au gasoil par les groupes au fuel lourd ; et voir la possibilité du recours à l'huile lourde disponible localement pour résoudre les problèmes techniques (éventuels) pour l'utilisation de ce combustible réduisant la sortie de devises pour les importations.</b></p> <p><b>-Se concentrer sur le long terme par le développement efficace et efficient des GCH : finaliser le choix des sites candidats à partir d'une analyse plus affinée basée sur des études de pré faisabilité et de faisabilité d'aménagement réalisées pour le gouvernement avec les PTF (sur financement des organismes multilatéraux analogue pour les études préliminaires de 2009). En cas de limitation budgétaire, favoriser les GCH avec réservoir compte tenu de leur compétitivité sur la plan technico-économique.</b></p>
	<p>-Faible organisation institutionnelle pour : faciliter les procédures d'attributions des droits d'utilisation de l'eau, de terres et de permis de construction ; faciliter le choix des IPP, d'établissement des contrats de concession et d'achat d'électricité ; et établir une cohérence entre la planification de la production et celle du transport</p>	<p>-Améliorer le cadre légal et réglementaire et institutionnel du secteur Electricité pour réduire l'interférence de la politique dans la gestion de la JIRAMA et les organismes publics, pour la refonte ou l'amélioration de la répartition des responsabilités et renforcer les capacités des organismes désignés pour ce faire</p> <p>-Mettre en place une organisation institutionnelle forte pour éliminer la lenteur administrative dans: les procédures d'attributions des droits d'utilisation de l'eau, de terres et de permis de construction ; le choix des IPP, l'établissement des contrats de concession et d'achat d'électricité ; et dans l'élaboration de la planification de la production et celle du transport d'une manière cohérente</p> <p>-Etablir un cadre juridique qui facilite la mise en œuvre des procédures</p>



		<p>d'attributions des droits d'utilisation de l'eau, de terres et de permis de construction ainsi que l'organisation pour le choix des IPP, l'établissement des contrats de concession et d'achat d'électricité</p> <p>-Créer un bureau (guichet unique) chargé d'une rapide mise en œuvre des procédures d'acquisition des terres et de droit d'utilisation de l'eau, d'attribution de permis de construire, et de délivrance de ces droits</p>
	<p>-Incohérence de la planification de la production et de la planification du transport et distribution dans les petits centres</p>	<p>-Revoir le cadre légal et réglementaire pour une meilleure coordination et cohérence des plans de production et de transport</p> <p>-Etablir un système de coordination efficace de la planification du secteur Electricité</p> <p>-Mettre en place un cadre juridique et institutionnel visant à réduire l'interférence de la politique dans la gestion de la JIRAMA et les organismes publics, et donner plus d'indépendance de gestion aux organismes publics créés et à renforcer pour une administration efficace et efficiente du secteur Electricité</p>

L'Arbre à Solutions pour surmonter les Problèmes faisant obstacle au développement de la GCH est donné en Annexe 1.

### 1.3. Analyse des barrières et les mesures favorables à la technologie PCH

#### 1.3.1. Description Générale de la technologie PCH et objectif visé pour son transfert et sa diffusion

La PCH pour notre étude est classée dans la catégorie des centrales hydroélectriques de puissance inférieure à 100 MW. Elle serait développée dans les petits centres se situant en dehors de la RIATA. Les statistiques de la JIRAMA montrent qu'en 2015, les ventes dans les petits centres atteignent 245 GWh et représentent 24% de la vente totale de la JIRAMA. La production hydroélectrique occupe seulement 11% de la production totale étant de 349 GWh, 89% de la puissance installée de 211 MW est assurée par les centrales thermiques diesels. Le reste, l'hydroélectrique n'atteint que 10 MW. Il permet de constater que le pays a connu d'expériences en matière de PCH. Toutefois, 2% seulement de notre potentiel hydraulique estimé à 7 800 MW, sont exploités.

Le tableau 8 ci-après donne un plan indicatif ORE de 2013 relatif à la mise en service de PCH pour l'horizon 2030.

**Tableau 8: Plan indicatif des années de mise en service des PCH**

Site	Cours d'eau	Localisation	Réseau	Puissance MW	Productible GWh	Année de mise en service	Coût estimatif k\$US
Andekaleka G4	Vohitra	Alaotra Mangoro	RIATA	34	102	2018	51 210
Talaviana	Manandona	Vakinankaratra	RIATA	21	140	2017	44 280
Mahitsy	Ikopa	Analamanga	RIATA	12	70	2017	30 000
Lily	Lily	Itasy	RIATA	3,5	24	2017	15 800
Tazonana Ph1	Maintinandry	Imoron'i Mania	RIATA	2,2	18	2018	7 020
Ranomafana	Ikopa	Analamanga	RIATA	70	340	2020	268 590
Volobe amont	Ivondro	Atsinanana	RIATA	60	270	2020	269 750
Andranomamofona	Mahavavy Nord	Diana	RIDA	15	110	2018	62 160
Namorona2 Ph1	Namorona	Imoron'i Mania	RIFMM	8	62	2022	39 220
Ambodiroka Ph1	Betsiboka	Betsiboka	RIMMMA	27	225	2018	127 370
Ramena	Bevory	Diana	RINA	6,4	100	2018	32 730
Lokoho Ph1	Lokoho	Sava	RISA	4	30	2021	25 670
Isaka Ivondro	Efaho	Taolagnaro	Taolagnaro	1,2	10,5	2018	5 500
Androkabe	Lovoka	Ambatondrazaka	Ambatondrazaka	1,5	12	2018	5 700
Antsifahapiana	Sahafihatra	Antalaha	Antalaha	1,2	9	2018	5 200
Marobakoly	Anjingo	Antsohihy	Antsohihy	0,8	6	2018	2 900
Rianambo	Manatsimba	Farafangana	Farafangana	0,4	3	2017	1 700
Befanaova	Sahambano	Ihosy	Ihosy	0,5	4	2017	2 700
Andriabe	Demoka	Maintirano	Maintirano	0,6	4	2017	3 000
Ampitabepoaky	Manambolo	Tsiroanomandidy	Tsiroanomandidy	1,3	9	2018	4 800
TOTAL				<b>270,6</b>	<b>1548,5</b>		<b>1 005 300</b>

Source ORE 2013

RIATA : Réseau interconnecté d'Antananarivo - Toamasina - Ambositra

RIDA : Réseau interconnecté d'Ambilobe – Antsiranana (Diego)

RIFMM : Réseau interconnecté de Fianarantsoa – Manakara - Mananjary

RINA : Réseau interconnecté de Nosy-be – Ambanja

RISA : Réseau interconnecté de Sambava – Andapa

L'analyse de la situation du secteur Electricité et la place de la PCH dans les petits centres présentées ci-dessus, entraîne les principaux objectifs du transfert et de la diffusion de la PCH, suivants:

- Remplacer les centrales thermiques diesels pour réduire : le coût de l'électricité dans les petits centres, la dépendance aux produits pétroliers totalement importés, la facture pétrolière, et l'émission des gaz à effet de serre.
- Fournir aux petits centres une technologie éprouvée, robuste, efficace.
- Augmenter significativement le taux d'accès à l'électricité.
- Améliorer rapidement la situation économique et sociale du pays, notamment dans ces petits centres.

### 1.3.2. Analyse des barrières de la technologie « Petite Centrale Hydroélectrique » (PCH)

Les conditions de marché pour une PCH sont résumées dans le tableau 9 suivant :

Tableau 9: Conditions de marché pour une PCH

Catégorie	Description	Conditions de marché
Bien d'équipement	La petite centrale est utilisée dans la production de biens de consommation (électricité)	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Nombre limité de sites, pour les petits centres.</li> <li>-Investissements importants, financement par gouvernement, les partenaires publics et privés</li> <li>-Propriété publique ou propriété des IPP</li> <li>-Chaîne de marché simple (nombre limité de producteurs): appel d'offres publiques au niveau national et international pour se procurer de la technologie</li> </ul>

Le transfert de PCH rencontre des barrières économiques et financières et des barrières non financières telles que politique, juridique et réglementaire ; organisationnelles, techniques, sociales et environnementales.

#### 1.3.2.1. Barrières économiques financières

Les principales barrières économiques et financières au développement de la PCH sont:

- Insuffisance de la capacité financière du Fonds National de l'Electricité (FNE)
- Coût élevé des investissements
- Environnement financier incertain du secteur Electricité

L'insuffisance de la capacité financière du FNE provient principalement de : son statut qui n'instaure pas un climat de confiance entre FNE et PTF ; l'insuffisance des ressources financières de la puissance publique à cause en particulier de l'inexistence du recours à la participation des grands groupes industriels et commerciaux locaux, et de volonté plus soutenue au recours aux opportunités financières régionales et internationales tant traditionnelles que nouvelles.

Le coût très élevés des investissements est dû, en plus de l'importance des investissements requis, aux taux d'intérêt exorbitants des banques locales étant surtout des banques commerciales non adaptées au développement des infrastructures; retard du recours aux opportunités financières régionales et internationales à faible taux d'intérêt et à des dons non remboursables ; insuffisance d'incitation fiscale par l'absence de cadre juridique incitatif à la promotion des PCH entraînée par l'inexistence d'une politique et stratégies de développement des PCH.

L'environnement financier incertain du secteur Electricité a été engendré par : la fixation des tarifs de JIRAMA par la politique qui actuellement n'arrivent pas à couvrir les coûts de production qui ont connus des hausses importantes à

cause de l'augmentation de l'utilisation des centrales diesels pour satisfaire la demande croissante en électricité; les pertes financières importantes de la JIRAMA découlant des pertes techniques et non techniques importantes ; et l'inexistence de garantie pour sécuriser les investissements privés.

### 1.3.2.2. Barrières non financières

#### **Barrières politiques, juridiques et réglementaires**

L'interférence de la politique a entraîné : le retard de développement des PCH et le recours aux centrales diesels pour la prédominance de la gestion d'urgence; des tarifs inférieurs aux coûts et faible recouvrement des factures de l'administration engendrant la mauvaise situation financière de la JIRAMA.

Le programme d'actions de coopération régionale, sous régionale et internationale n'est pas suffisamment soutenu pour bénéficier des opportunités de financement et du partage d'expériences.

Le cadre légal et réglementaire actuel alourdit les procédures administratives de développement des projets de PCH, entraîne une faible coordination de l'élaboration des plans de production et de transport d'électricité, et ne satisfait pas le niveau d'indépendance nécessaire des organismes publics par rapport à la prédominance de la politique, pour un meilleur environnement technico-économique, financier et social du secteur électricité.

#### **Barrières organisationnelles**

La faible coordination des organismes publics pour les attributions des droits d'utilisation de l'eau, de terres et de permis de construction ainsi que l'insuffisance de l'organisation pour le choix des IPP, l'établissement des contrats de concession et d'achat d'électricité par l'acheteur central actuellement JIRAMA, le responsable des réseaux de transport sur tout le territoire, provoquent une lourdeur administrative retardant le développement de la PCH.

#### **Barrières techniques**

Le plan national d'électrification intégrant l'intensification du développement des mini réseaux solutions transitoires (hybride Solaire PV-diesel, diesel, ...) au raccordement des petits centres isolés aux PCH n'est pas encore établi.

Les études de pré-faisabilité et de faisabilité des sites PCH candidats pour le développement des petits centres n'ont pas été faites. Les éléments techniques, économiques, environnementaux et financiers (par exemple connaissance des pratiques et des taux d'intérêt appliqués par les traditionnelles et nouvelles banques de développement bilatérales et multilatérales) fiables pour la prise de décision au développement des PCH, ne sont pas disponibles.

L'expertise locale pour réaliser les études, suivis et contrôles des études et travaux, et les travaux n'est pas suffisante. Le recours à l'expertise internationale qui coûte très chère devient nécessaire.

Les données hydrologiques et hydrométriques ne sont pas à jour, les stations de mesures n'ont plus fonctionné depuis plusieurs années. Il s'agit d'une conséquence d'une défaillance politique, institutionnelle, organisationnelle et financière.

#### **Barrières sociales et environnementales**

Les vols et fraudes d'électricité aggravent les pertes financières de la JIRAMA entraînant ainsi l'environnement financier incertain du secteur électricité et la réticence des privés à opérer dans le secteur.

Les barrières identifiées par le GTELEC ainsi que leur classement à partir des moyennes des notes attribuées par les membres, et les barrières essentielles sont donnés dans le tableau 10 suivant :

**Tableau 10: Classement des barrières et barrières essentielles au développement de la PCH**

Classement des barrières PCH		Note		
1	Capacité financière et technique des opérateurs privés locaux insuffisante	4,3	Très importantes	BARRIERES ESSENTIELLES
2	Insuffisance de fonds injectés par Puissance publique au FNE	4,1		
3	Les PTF ne contribuent pas à l'augmentation du fonds du FNE	4,1		
4	Fort dégradation des bassins versants entraînant l'érosion hydrique et l'érosion éolienne créant ainsi l'ensablement des cours d'eau. [Constat sur la situation actuelle, entre autres Andekaleka]	4,1		
5	Système bancaire à Madagascar non adapté au financement des centrales hydroélectriques.	4		
6	Insuffisance de la capacité financière du FNE <sup>8(p93)</sup>	4		
7	Statut ADER-FNE ne permettant pas une mobilisation financière suffisante: inexistence d'interaction entre FNE et PTF	4		
8	Exigence de garanties par les opérateurs privés pour sécuriser leurs investissements.	3,9	Importantes	
9	Absence de politiques de développement claires et bien définies dans les autres secteurs (Aménagement du Territoire, Industrie, Eau, Environnement, Forêts, Agriculture, Tourisme et hôtellerie,...) handicape l'établissement de plan de développement de l'électricité	3,9		
10	Interruption de financement des partenaires techniques et financiers à cause des événements politiques, ou suite à des décisions des autorités politiques qui ne respectent pas leurs conditionnalités	3,9		
11	Disparition de la plupart des stations de mesures et de suivi de l'hydrométrie et de l'hydrologie, données hydrologiques non mises à jour depuis des décennies.	3,9		
12	Accès difficile au financement	3,7		
13	Insuffisance d'expertise spécialisée locale pour la réalisation des études, des contrôles et suivis des travaux, et l'exécution les différentes composantes des travaux, pour les PCH, recours à l'expertise internationale qui coûte relativement chère	3,7		
14	Etudes de faisabilité techniques et environnementales non réalisées pour disposer de données nécessaires à la prise de décision dans la priorisation des sites <sup>7(p184)</sup> , pour établir des contrats d'achat d'électricités basés sur des bases relativement correctes.	3,6		
15	Données hydrologiques non disponibles	3,6	Assez importantes	
16	Coût très élevé des constructions, entre 2000 et 3 500 US\$ par kW installée	3,4		
17	Environnement financier incertain <sup>8(p95)</sup> .	3,4		
18	Le cadre légal et réglementaire actuel engendre des procédures compliquées dans la préparation, le lancement des appels d'offres pour achat de puissance et d'énergie ou pour octroi de Concession ou d'Autorisation.	3,4		
19	Plan d'électrification non consolidé	3,4		
20	Coût élevé des études économiques et financières	3,3		
21	Investissements requis difficilement mobilisables par les privés	3,3		
22	Incitation fiscale insuffisante	3,3		
23	Revenu des ménages en milieu rurale faible	3,3		
24	L'interférence de la politique dans la gestion de la société nationale de l'électricité (JIRAMA) entraîne des tarifs fixés par la politique <sup>7(p173)</sup>	3,3		
25	Difficulté de procédures à cause des incohérences des textes régissent les différents secteurs (Eaux, électricité, aménagement des territoires, eaux et forêts, ONG, WWF, COBA, GELOSE, ...)	3,3		
26	Inexistence de politique et stratégies pour faire contribuer les grands groupes industriels et commerciaux et PTF au renforcement FNE	3,3		
27	Concrétisation non encore effective des dispositions énoncées par la loi n°2015-039 sur le Partenariat Public et Privé (PPP) qui prévoit à son article 44 la création de trois types de fonds ci-après: un fonds de développement pour financer les études préalables et les opérations de lancement des projets PPP ; un fonds de garantie visant à prendre en charge les conséquences financières de défaillance de personne publique dans l'exécution d'un PPP ; et un fonds de viabilité destinés à prendre en charge le différentiel de financement pour des projets insuffisamment rentables.	3,1		
28	Base de prise de décision au développement des PCH non claire.	3,1		

29	Le cadre légal et réglementaire actuel engendre une faible coordination concernant l'élaboration du plan de développement de la production	3,1	Moyenne importance
30	L'interférence de la politique dans la gestion de la société nationale de l'électricité (JIRAMA) entraîne une prédominance de la gestion des urgences par le recours aux centrales diesels au lieu de se concentrer sur le long terme <sup>7(p140)</sup> avec le développement des moyennes et petites centrales hydroélectriques <sup>8(p71)</sup> .	3,1	
31	Cadre légal flou et non adapté à la situation actuelle	3,1	
32	Plan national d'électrification des petits centres par solutions transitoires non à jour et non consolidé	3,1	
33	Faible coordination des ministères et organismes nationaux entraînant une lourdeur des procédures administratives pour choisir les concessionnaires, établir les contrats de concession, établir les contrats d'achat, l'attribution des droits d'utilisation de l'eau, l'attribution de terres, l'attribution de permis de construction <sup>8(p6 et 52)</sup> .	3,1	
34	Vulnérabilité de la Technologie aux conditions climatiques : irrégularité des conditions hydrologiques engendrée par l'irrégularité de la pluviométrie. <sup>9(p31)</sup>	3,1	
35	Faiblesse du pouvoir d'achat des ménages constituent pour les investisseurs potentiels pour les sites hydroélectriques ainsi que leurs bailleurs, un risque non négligeable étant donné le montant des investissements, la durée des travaux	3,1	
36	Le cadre légal et réglementaire actuel ne donne pas l'indépendance nécessaire aux organismes publics de l'électricité pour la réhabilitation et le développement du secteur.	3	
37	Inexistence d'unités de fabrication locale ou régionale, au moindre coût d'équipements et matériels nécessaires à la construction de centrales hydroélectriques de moyennes et petites tailles.	3	
38	Occupation foncière sans « titre »	3	
39	Base de décision de développement des mini réseaux solutions transitoires non prête	2,9	
40	Absence de norme claire sur les différents ouvrages	2,9	
41	Longue durée pour le développement des PCH	2,9	
42	Sensibilisation des bénéficiaires y compris les responsables des collectivités décentralisées insuffisante pour le marquage des attributions de chacun	2,9	
43	Faible diffusion de la PCH	2,9	
44	Très faible développement des mini réseaux solutions transitoires (diesel, ...) pour nombreux petits centres isolés, pour rentabiliser à court et moyen terme plusieurs PCH situées loin des demandes	2,9	
45	Tarifs appliqués par JIRAMA ne reflétant pas les coûts <sup>8(p95)</sup> .	2,7	
46	Environnement macroéconomique incertain : instabilité de la monnaie nationale, variation des taux de change au détriment de la monnaie nationale.	2,7	
47	Etudes de faisabilité économiques et financières des sites candidats non réalisées <sup>7(p184)</sup> .	2,7	
48	Peu d'études économiques et financières de mini réseaux solutions transitoires faites et/ou mises à jour	2,7	
49	Classement ou limitation des zones non à jour (Corridor, forêts protégés, classés, ...)	2,7	
50	Inexistence d'un programme d'actions de coopération régionale pour bénéficier des potentialités de financement, du partage d'expériences <sup>8(p52)</sup> .	2,6	
51	Analyse coûts/bénéfices sur des bases relativement précises non disponibles.	2,6	
52	Paysage ou environnement affecté	2,6	
53	Insolvabilité de la JIRAMA <sup>8(p95)</sup> .	2,4	Faible importance
54	Pertes financières importantes à cause des pertes techniques et non techniques.	2,4	
55	Inondation de terres agricoles	2,4	
56	Inexistence de volonté d'exploiter les opportunités régionales, sous régionales, internationales pour le financement. <sup>8(p6)</sup>	2,3	
57	Retard d'investissement pour le renforcement et l'amélioration des réseaux électriques de JIRAMA.	2,1	
58	Seuil de puissance installée pour l'octroi d'autorisation de production trop bas (Loi 98 032 et décrets d'application)	2,1	
59	Ressources hydrauliques non valorisées de manière optimale malgré leur potentiel	2,1	

L'Arbre Logique des Problèmes faisant obstacle au transfert et développement des PCH est présenté en annexe 2. Le problème central est « Insuffisance du développement de la Petite Centrale Hydroélectrique ». 6 barrières clés ci-après ont été identifiées comme les principales causes de ce problème central :

- Environnement financier incertain
- Base de décision au développement des PCH non claire
- Insuffisance de la capacité financière du FNE
- Coût très élevés des investissements
- Longue durée pour le développement des PCH
- Très faible développement des mini réseaux solutions transitoires (diesel, ...) pour nombreux petits centres isolés à raccorder à court et moyen termes aux nombreux PCH situées loin des demandes pour les rentabiliser.

L'Analyse de Causalité de chaque barrière clé ainsi que l'Arbre Logique des Problèmes au développement de la technologie PCH sont donnés en Annexe 2.

### 1.3.3. Mesures identifiées

Une analyse sommaire du coût-bénéfice de la technologie PCH à partir des données du tableau 8 ci-dessus et du document d'étude de la politique et stratégie de l'énergie du Ministère de l'Energie et des Hydrocarbures est donnée dans le tableau 11 suivant :

**Tableau 11: Evaluation coût-bénéfice de la technologie PCH**

Mesure	Éléments de coût	Bénéfices
1- Aménagement de 20 petites centrales hydroélectriques de puissances variant de 0,4 à 70 MW pour l'horizon 2030. La puissance totale est de 270,6 MW <sup>6</sup> (voir tableau 10 ci-dessus)	-Investissements totaux: 1 005 300 000 \$US, -Le coût d'investissement varie de 1500 à 6400 \$US/kW installé -Le coût d'investissement moyen est de l'ordre de 3 700 \$US/kW installée. -Coût du kWh varie de 0,07 à 0,26 \$US/kWh inférieur à celui du diesel de référence variant de 0,21 à 0,64 \$US/kWh <sup>7</sup> (pages 69 et 70) <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,21 \$US/kWh correspond à une grande centrale au fuel lourd</li> <li>• 0,64 \$US/kWh correspond à un groupe diesel de centaine de kW</li> </ul>	-Garantir une production totale de 1 548 GWh/an -Éliminer la défaillance de production actuelle. -Réduire le coût de production actuel -Permettre d'éviter l'émission de 1 393 000 téq CO <sub>2</sub> (*) de GES par an.

(\*) 0,9 kg éq CO<sub>2</sub> par kWh (Valeur par défaut pour centrale diesel)

Les mesures pour surmonter les barrières au développement des PCH sont données dans le tableau 12 ci-dessous.

Tableau 12: Mesures pour surmonter les barrières à la diffusion de la PCH

Barrière clé	Éléments constitutifs de la barrière clé	Mesures proposées pour surmonter les barrières
<b>1-Environnement financier incertain</b>		<b>Rendre l'environnement financier crédible</b>
	-Tarifs JIRAMA inférieurs aux coûts	-Améliorer le cadre légal et réglementaire et institutionnel du secteur Electricité pour réduire l'interférence de la politique dans la gestion de la JIRAMA et les organismes publics pour leur donner une indépendance suffisante en vue d'une tarification répondant aux exigences d'une meilleure performance financière et technique de la JIRAMA et des autres opérateurs privés : du secteur Electricité dans son ensemble
	-Inexistence de garantie pour sécuriser les investissements privés	-Rendre effective la mise en œuvre de la loi sur le partenariat public et privé : la mise en place d'un fonds de garantie entre autres. -Etablir des relations et des accords avec les organismes internationaux de garantie
	-Pertes financières importantes de JIRAMA	-Accélérer la réhabilitation et le renforcement des réseaux de distribution pour réduire les pertes techniques de JIRAMA -Réduire les vols et fraudes d'électricité par la mise en place des moyens de contrôle adéquats : sanctions dissuasives, procédures et matériels de prévention appropriés -Améliorer le taux de recouvrement des factures émises par JIRAMA : négociations suivies de sanctions si nécessaires.
<b>2- Base de prise de décision au développement des PCH non claire</b>		<b>-Etablir une base de prise de décision au développement des PCH complète et claire</b>
	Peu d'analyses des coûts/bénéfices des sites candidats effectuées de : Peu d'études de préfaisabilité et faisabilité techniques, environnementales, économiques et financières de sites candidats réalisées	-Réaliser les analyses coûts/ bénéfices des sites candidats à partir des études plus complètes : études de préfaisabilité et faisabilité techniques, environnementales, économiques et financières. -Négocier avec les PTF le financement et la réalisation des études pour le Gouvernement en vue des appels à projets, des négociations d'achat d'énergie par JIRAMA sur des bases plus complètes (sous forme de subvention et de prêts à très faible taux d'intérêt). -Réaliser la planification intégrant le développement des grands, moyens et petits centres et établir et consolider le plan national d'électrification intégrant production, transport et distribution de tous les centres
	-Données hydrologiques non mises à jour depuis des années	-Etablir un cadre institutionnel et réglementaire plus efficace pour la maîtrise de l'eau -Réhabiliter les stations de mesures hydrologiques et hydrométriques des sites de la PCH, reprendre et pérenniser les différentes mesures, mettre à jour les données.



		-Compléter les données annuelles manquantes par les méthodes scientifiques et techniques existantes (par exemple, l'utilisation des modèles adéquats pluie-débit)
	-Coût des études des sites élevés	-Mettre à niveau les savoirs faire locaux en matière d'études d'aménagement de suivi et contrôle des études et travaux, et en matière de travaux relatifs à la réalisation des différentes composantes des PCH -Limiter le recours à l'expertise internationale coûtant très chère
	-Plan national d'électrification intégrant production, transport, distribution non mis à jour et consolidé	-Réaliser la planification intégrant le développement des grands, moyens et petits centres et établir et consolider le plan national d'électrification intégrant production, transport et distribution de tous les centres
<b>3-Insuffisance de la capacité financière du FNE</b>	-Insuffisance de fonds injecté par la puissance publique dans le FNE.	<b>Augmenter la capacité financière du FNE pour la rendre suffisante</b> -Etablir et mettre en œuvre une politique et des stratégies pour faire contribuer les grands groupes industriels et commerciaux locaux et les PTF au renforcement du FNE traduit par la participation financière suffisante de l'Etat et par l'utilisation efficace et efficiente de ce fonds. -Etablir, améliorer et étendre les coopérations régionales et internationales pour bénéficier des nouvelles potentialités de financement en complément des coopérations financières traditionnelles, de financement à plus faible taux d'intérêt et/ou sous forme de don, et pour le partage d'expériences -Acquisition de ressources financières suffisantes par l'Etat et les injecter dans le FNE
	Les PTF ne contribuent pas à l'augmentation de la capacité financière du FNE	-Améliorer le statut ADER-FNE en vue entre autres d'une interaction ADER-FNE avec les PTF qui peuvent intervenir pour l'augmentation du fonds pour une mobilisation financière suffisante
<b>4- Coût élevé des investissements</b>	-Taux d'intérêt élevé des banques locales à caractère commercial	<b>Réduire le coût d'investissement</b> -Création de banque de développement adaptée au développement des infrastructures telles que les PCH -Etablir, améliorer et étendre les coopérations régionales et internationales pour bénéficier des nouvelles potentialités en complément des coopérations financières traditionnelles, de financement à plus faible taux d'intérêt et/ou subvention, et pour le partage d'expériences
	-Incitation fiscale insuffisante	-Elaborer en concertation avec les parties prenantes une politique de développement des PCH et créer un cadre juridique incitatif pour la promotion des centrales hydroélectriques
<b>5- Longue durée pour développer une PCH</b>		<b>Réduire la durée de développement d'une PCH</b>

	<p>-Faible coordination des ministères et organismes nationaux entraînant lourdeur administrative pour : choisir les concessionnaires et permissionnaires ; établir les contrats de concession et d'autorisation ; et acquérir les terres, les autorisations d'utilisation d'eau, les permis environnementaux</p>	<p>-Mettre en place une organisation institutionnelle forte pour éliminer la lenteur administrative dans: les procédures d'attributions des droits d'utilisation de l'eau, de terres et de permis de construction ; le choix des IPP, l'établissement des contrats de concession et d'achat d'électricité ; et dans l'élaboration de la planification de la production et celle du transport d'une manière cohérente</p> <p>-Améliorer le cadre légal et réglementaire et institutionnel du secteur Electricité pour réduire l'interférence de la politique dans la gestion de la JIRAMA et les organismes publics, pour la refonte ou l'amélioration de la répartition des responsabilités et renforcer les capacités des organismes désignés pour ce faire</p> <p>-Etablir un cadre juridique qui facilite la mise en œuvre des procédures d'attributions des droits d'utilisation de l'eau, de terres et de permis de construction ainsi que l'organisation pour le choix des IPP, l'établissement des contrats de concession et d'achat d'électricité</p> <p>-Créer un bureau (guichet unique) chargé d'une rapide mise en œuvre des procédures d'acquisition des terres et de droit d'utilisation de l'eau, d'attribution de permis de construire, et de délivrance de ces droits</p>
	<p>-Incohérence de la planification de la production et de la planification du transport et distribution dans les petits centres</p>	<p>-Revoir le cadre légal et réglementaire pour une meilleure coordination et cohérence des plans de production et de transport</p> <p>-Etablir un système de coordination efficace de la planification du secteur Electricité</p> <p>-Mettre en place un cadre juridique et institutionnel visant à réduire l'interférence de la politique dans la gestion de la JIRAMA et les organismes publics, et donner plus d'indépendance de gestion aux organismes publics créés et à renforcer pour une administration efficace et efficiente du secteur Electricité</p>
<p><b>6-Très faible développement des mini réseaux solutions transitoires (diesel, ...) pour nombreux petits centres isolés à raccorder à court et moyen terme aux nombreux PCH situées loin des demandes pour les rentabiliser</b></p>		<p><b>Développement accru des mini réseaux solutions transitoires (diesel, ...) pour nombreux petits centres isolés, pour rentabiliser à court et moyen terme plusieurs PCH situées loin des demandes</b></p>
	<p>-Puissance publique et PTF non suffisamment sensibilisés pour le développement soutenu des solutions transitoires (petits diesels, énergies</p>	<p>-Sensibiliser et convaincre la Puissance publique et les PTF pour le développement soutenu des solutions transitoires (petits diesels, énergies renouvelables, ...) pour les nombreux petits centres isolés à raccorder à court et moyen termes à plusieurs PCH situées loin des demandes actuellement,</p>

	renouvelables, ...) pour les nombreux petits centres isolés à raccorder à court et moyen termes à plusieurs PCH situées loin des demandes actuellement, pour une meilleure rentabilité de ces PCH étant la solution durable et plus compétitive à moyen et long terme et même à court	pour une meilleure rentabilité de ces PCH étant la solution durable et plus compétitive à moyen et long terme et même dans certain cas, à court terme
	-Base de décision de développement des mini réseaux-solutions transitoires non prête	-Etablir et/ ou mettre à jour et consolider le Plan national d'électrification des petits centres définissant et quantifiant d'une manière claire la place des solutions transitoires avant les PCH. -Réaliser les études relatives à l'installation des solutions transitoires avant l'aménagement de plusieurs PCH, pour disposer de base de décision plus complète pour le développement soutenu de ces solutions transitoires en vue de la promotion des PCH étant la solution durable et compétitive à moyen et long termes.
	-Investissements importants difficiles à acquérir	-Elaborer une politique, des stratégies ( <i>intégrant la juridique, l'institutionnel, la technologie, l'économique, le financier ...</i> ) et de plan d'actions pour promouvoir les PCH intégrant la nécessité de développement des solutions mini réseaux transitoires -Sensibiliser la puissance publique et les traditionnels et récents partenaires techniques et financiers pour investir dans ces solutions transitoires -Financement du programme mini réseaux solutions transitoires bouclé

L'Arbre à Solutions pour surmonter les Problèmes faisant obstacle au développement de la PCH est donné en Annexe 2.

## 1.4. Analyse des barrières et les mesures favorables à la technologie Lampes LED (LED)

### 1.4.1. Description Générale de la technologie LED et objectif visé pour son transfert et sa diffusion

La LED (*light-emitting diode*) est un composant électronique à semi-conducteur. Lorsqu'un courant traverse la diode dans le sens passant, celle-ci émet de la lumière. Contrairement aux sources lumineuses conventionnelles, les LED sont des composants électroniques, à savoir de minuscules puces électroniques en cristaux semi-conducteurs.

Ces dernières années, l'efficacité des LED a doublé tous les deux ans. Elles sont devenues des sources lumineuses rentables largement reconnues pour leurs nombreux avantages. Les LED sont à la fois plus économiques et plus écologiques que les autres solutions techniques en matière d'éclairage. Les lampes LED ont un plus grand Rendement Lumineux Utile. Elles offrent également un éclairage huit fois supérieure à celle des lampes à incandescence, devenues obsolètes. Les lampes LED ont une durée de vie utile de plus de 50 000 heures (une lampe allumée en moyenne 8 heures par jour a une durée de vie de 17 ans). Elles ne sont pas fragiles et se cassent difficilement, à la différence de toutes les autres lampes conventionnelles. Le comparatif des rendements de différents types de lampes est donné dans le tableau ci-après :

Tableau 13: Comparatif de rendements et de durées de vie de différentes lampes

Technologie	Rendement ( <a href="#">lumen</a> par watt lm/W)	Durée de vie (heures)
<a href="#">Lampe incandescence</a>	10 - 20 lm/W	1 000 h - 2 000 h
<a href="#">Lampe halogène</a>	15 - 20 lm/W	2 000 h - 3 000 h
<a href="#">Lampe fluorescente</a>	40 - 70 lm/W	6 000 h - 15 000 h
Lampe à LED	40 - 100 lm/W	15 000 h - 50 000 h

Les lampes LED sont extrêmement efficaces et permettent des économies de 75 à 90% par rapport aux lampes à incandescence conventionnelles, au sodium ou au mercure, et de 10 à 20% par rapport aux lampes fluo compacte (LFC). A la différence des LFC ou au sodium, les LED ont un allumage rapide et ne tardent pas à atteindre un niveau optimum d'illumination. Les lampes LED sont recyclables et ne polluent pas l'environnement. Les lampes fluorescentes à économie d'énergie et celles au sodium contiennent du mercure. La technologie et les systèmes d'illumination LED ont aujourd'hui pénétré pratiquement sur la totalité du marché mondial de l'éclairage général, remplaçant les lampes traditionnelles à incandescence et les lampes fluorescentes.

Les LED 220V/AC sont déjà disponibles sur le marché à Antananarivo, néanmoins, leurs qualités ne sont pas connues. Mais, la diffusion des lampes LED de bonne qualité, avec des mesures d'accompagnement adéquates, entraînera une réduction importante de la consommation d'électricité pour l'éclairage dans tous les secteurs économiques et sociaux, et atténuera en conséquence l'émission de GES au niveau de la production d'électricité.

Compte tenu des avantages des LED et des considérations évoqués ci-dessus, les principaux objectifs du transfert et de la diffusion de la technologie LED pour l'éclairage se présentent comme suit :

- Remplacer les lampes à incandescence par des lampes LED pour réduire la consommation et la production d'électricité pour l'éclairage dans les ménages.
- Mettre à la disposition de la population de technologie d'éclairage plus propre, durable et à moindre coût.
- Réduire la consommation de produits pétroliers importés et réduire ainsi l'émission de GES, pour l'éclairage.

## 1.4.2. Analyse des barrières de la technologie Lampes LED

Afin de mieux cerner le marché du LED, une cartographie, qui figure en annexe 3, a été établie et utilisée comme document de travail lors l'atelier de réflexion du GTELEC ; le tableau qui va suivre résume les conditions du marché relatives aux lampes LED :

Tableau 14: Conditions du marché pour les Lampes LED

Catégorie de la technologie	Description	Conditions du marché
Bien Marchand/ Bien de consommation	Biens spécifiquement destinés au marché de masse : aux ménages, aux commerces et aux institutions.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La grande majorité des lampes LED disponibles sur le marché sont de qualité incertaine ; la véracité des informations sur l'emballage n'est pas vérifiées et en particulier le rendement lumineux, la durée de vie et l'équivalence aux lampes incandescentes.</li> <li>- Il est rare de trouver des lampes LED de bonne qualité.</li> <li>- Nombre relativement important d'Acteurs : Importateurs, Grossistes, Demi grossistes, Détaillants, Consommateurs finaux.</li> <li>- La demande peut dépendre de beaucoup de facteurs : Campagne de sensibilisation, des préférences des consommateurs, du marketing, des efforts promotionnels, etc.</li> </ul>

Le transfert et la promotion des lampes LED rencontrent des barrières économiques et financières et des barrières non financières telles que Conditions de marché, Régulation et Information.

### 1.4.2.1. Barrières économiques financières

Pour l'analyse et l'identification des barrières économiques et financières, on a calculé pour les trois types de lampes, l'amortissement par an, le coût par an, le coût d'utilisation et le délai de récupération. Pour ce faire, on a pris les hypothèses suivantes :

<b>Erreur ! Liaison incorrecte.</b> Taux de change	3 000 Ariary/US\$ (Ariary :
<i>Unité Monétaire du pays)</i>	
Prix lampe incandescente	600 Ariary
Prix (sur le marché) du LED de mauvaise qualité	4 000 Ariary
Prix (sur le marché) du LED de bonne qualité	16 000 Ariary
Durée d'utilisation	1 000 heure/an
Prix de l'électricité	205 Ariary/kWh
Puissance Lampe incandescente	60 Watts
Puissance LED de mauvaise qualité	12 Watts (équivalente au LI de 60W)
Puissance LED de bonne qualité	10 Watts (équivalente au LI de 60W)
Durée de vie Lampe incandescente	1 000 Heures
Durée de vie LED de mauvaise qualité	5 000 Heures
Durée de vie LED de bonne qualité	15 000 Heures

Les résultats sont les suivants :

Tableau 15: Comparatif économique sommaire des lampes

Type de lampe	Prix lampe (USD)	Prix électricité (USD/kWh)	Durée d'utilisation considérée (heure/an)	Coût par an (USD)			Cumul des coûts d'utilisation (USD)				
				Amortissement/an	Consommation	Coût total	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5
Lampe incand.	0,20	0,07	1 000	0,20	4,10	4,30	4,30	8,60	12,90	17,20	21,50
Lampe LED (mauvaise qualité)	1,33	0,07	1 000	0,27	0,82	1,09	2,15	2,97	3,79	4,61	5,43
Lampe LED (bonne qualité)	5,33	0,07	1 000	0,36	0,68	1,04	6,02	6,70	7,38	8,07	8,75

**Erreur ! Liaison incorrecte.** Si on suppose que l'Amortissement se fait à annuité constante au cours de la durée de vie de la lampe considérée (LEDs et LI), on peut utiliser la formule:

$$\text{Amortissement à annuité constante (en US\$/an)} = \frac{\text{Durée d'utilisation (en heure/an)}}{\text{Durée de vie (en heure)}} \times \text{Prix lampe (en US\$)}$$

L'utilisation des lampes incandescentes (LI) présentent un avantage par rapport aux lampes LED de bonne et mauvaise qualité. En effet, il est de 0,20 US\$/an pour les LI et de 0,27 US\$ et 0,36 US\$ respectivement pour les LED de mauvaise et de bonne qualité.

#### Coût par an (Coût à long terme par an)

Si on ne tient compte dans le coût que l'Amortissement de la lampe et la consommation d'électricité, pour les LI le coût par an est 4 fois plus élevé que pour les LED de mauvaise et de bonne qualité, avec un léger avantage en faveur de la lampe LED de bonne qualité.

L'utilisation du LED de bonne qualité présente alors un avantage par rapport au LI et au LED de mauvaise qualité.

#### Coût d'utilisation (Cumul des coûts d'utilisation)

Si on ne tient compte dans le coût que le prix de la lampe et de la consommation d'électricité, les LED de mauvaise qualité restent une bonne option du moins jusqu'à la 5<sup>ème</sup> année d'utilisation. L'écart du coût avec les LI est flagrant durant cette période.

#### Délai de récupération

Si on utilise la formule suivante:

$$\text{Délai de récupération (en année)} = \frac{\text{Prix LED} - \text{Prix LI (en US\$)}}{\text{Economie d'énergie (en US\$/an)}}$$

les résultats sont comme suit :

- Lampe LED de mauvaise qualité par rapport à la lampe incandescente : 0,35 année
- Lampe LED de bonne qualité par rapport à la lampe incandescente : 1,50 année

Si on considère le délai de récupération, l'utilisation des lampes LED de mauvaise qualité est une meilleure option au remplacement des lampes incandescentes.

Malgré les divers avantages des lampes LED évoqués précédemment, et en particulier en termes de délai de récupération, la principale barrière économique et financière à la promotion des lampes LED (de mauvaise et de

bonne qualité) est leur coût d'acquisition initial élevé. En effet, les prix des lampes LED de mauvaise est 6 fois plus élevés que le prix des LI, tandis que celui de bonne qualité est 25 fois plus élevé.

#### 1.4.2.2. Barrières non financières

Pour les barrières non-financières identifiées, le regroupement suivant a été fait :

##### Conditions de marché :

La grande majorité des lampes LED disponibles sur le marché sont de mauvaise qualité ou de qualité incertaine. Les lampes LED de bonne qualité n'intéressent pas les importateurs à cause du faible volume du marché des lampes LED de bonne qualité.

##### Régulation :

Madagascar ne dispose pas encore de politique sur l'efficacité énergétique. Les textes légaux et réglementaires sur l'Eclairage et les normes de qualité des lampes n'existent pas encore.

##### Information :

Peu de ménage utilise des lampes LED. Etant une technologie récente, la grande majorité des ménages ne connaissent pas ces biens, ils ne sont pas sensibilisés à leurs avantages et bénéfiques. Les lampes LED ne font pas encore actuellement l'objet d'une promotion. En effet, l'Etat n'est pas encore sensibilisé de leurs avantages et bénéfiques.

Les barrières identifiées par le GTELEC ainsi que leur classement à partir des moyennes des notes attribuées par les membres, et les barrières essentielles sont donnés dans le tableau 16 suivant :

Tableau 16: Classement des barrières et barrières essentielles à la promotion des lampes LED

Classement des barrières LED		Note	Très importante	BARRIERES ESSENTIELLES
1	Coût d'acquisition initial élevé des lampes de bonne qualité.	4,1		
2	Les lampes LED de bonne qualité sont très chères comparées aux autres types de lampe (tube Fluorescente, lampe Fluo compacte, Halogène et Incandescente).	4,0		
3	Des lampes LED disponibles sur le marché sont de mauvaise qualité ; faible durée de vie et luminosité	4,0		
4	Pas de texte législatif et réglementaire sur l'Eclairage.	4,0		
5	Les ménages ne sont pas sensibilisés aux avantages et bénéfiques des lampes LED de bonne qualité qui est une technologie récente	4,0		
6	Pas d'informations sur les bénéfices des lampes LED de bonne qualité	3,7	Importante	
7	Il n'existe pas de norme de qualité de lampes (*)	3,6		
8	Connaissances limitées des ménages sur les lampes LED	3,6		
9	Faible volume du marché des lampes LED de bonne qualité	3,4		
10	Les lampes LED de bonne qualité pas facilement disponible sur le marché	3,4		
11	Pas de texte réglementaire sur les normes de qualité des lampes (*)	3,4		
12	Il n'existe pas d'organisme de certification de norme (*)	3,3		
13	Pas de promotion de lampes LED de bonne qualité	3,3		
14	L'Etat n'est pas sensibilisé aux avantages et bénéfiques des lampes LED de bonne qualité qui est une technologie récente	3,3		
15	Base de prise de décision à la diffusion des lampes LED non disponible	3,1		
16	Le prix des lampes LED de bonne qualité est encore élevé car c'est une technologie récente.	3,0		
17	Pas de tarif douanier préférentiel pour les équipements d'éclairage à haut rendement énergétique	3,0		
18	La grande majorité des ménages n'est pas au courant de l'existence des lampes LED de bonne qualité	3,0		

19	Droits et Taxes d'importation de même niveau que les autres types de lampe.	2,9	Moyenne importance	
20	Marché défaillant de lampes LED	2,9		
21	La politique sur l'Efficacité Energétique n'existe pas encore	2,7		
22	Presque pas de ménage utilise des lampes LED de bonne qualité.	2,7		
23	L'Etat ne dispose pas de ressource financière pour la diffusion des lampes LED de bonne qualité	2,6		
24	Analyse coûts/bénéfices non disponible	2,6		
25	Les lampes LED de bonne qualité n'intéressent pas les fournisseurs	2,6		
26	L'Etat ne subventionne pas le prix des lampes LED de bonne qualité	2,4	Faible importance	
27	Pas de projet de diffusion de lampes LED de bonne qualité	2,4		
28	Pas de contact auprès des organisations de labellisation (*)	2,3		
29	La Société d'Electricité n'est pas sensibilisée aux avantages et bénéfices des lampes LED de bonne qualité qui est une technologie récente	2,3		
30	Il n'y a pas d'organisation intéressée par la labellisation de lampe LED au pays (*)	2,1		
31	La Société Nationale d'Electricité ne dispose pas de ressource financière pour la diffusion des lampes LED de bonne qualité	1,7		
32	Analyse financière pour la société d'électricité non disponible	1,7		
33	La Société Nationale d'Electricité n'est pas intéressée à la promotion des lampes LED de bonne qualité	1,7		

L'Arbre Logique des Problèmes faisant obstacle au transfert et développement des lampes LED est donné en Annexe 3, « **Peu de ménage utilise les lampes LED** » a été pris comme le Problème Central au déploiement de la technologie LED. 4 barrières clé ont été identifiées comme principales causes de ce problème central :

- La grande majorité des ménages sont attirées par les lampes incandescentes pour l'éclairage
- Les prix d'acquisition initiale par les ménages, des lampes LED sont très chers comparés aux prix des lampes incandescentes; et difficilement abordables pour la grande majorité des ménages
- Les lampes LED Bonne Qualité ne sont pas facilement disponibles sur le marché
- Connaissances limitées des ménages sur les lampes LED

L'analyse de causalité de chaque barrière clé est décrite en Annexe 3.

### 1.4.3. Mesures identifiées

5 barrières fondamentales (causes racines) ont été identifiées à partir des analyses précédentes. Elles sont récapitulées comme suit :

- L'étude justifiant l'interdiction d'importation des lampes incandescentes et déterminant les actions à mettre en œuvre pour le remplacement et les mesures d'accompagnement n'est pas effectuée
- La politique et les stratégies de promotion de l'efficacité énergétique ne sont pas établies
- L'étude de faisabilité de la diffusion des lampes LED comprenant l'Analyse Coûts/Bénéfices n'est pas disponible
- La recherche et établissement de partenariat technique et financier pour la réalisation des études et la mise en œuvre des actions pour réduire et/ou alléger les prix d'acquisition initiale relativement trop élevés ne sont pas effectués
- La recherche et l'établissement de partenariat technique et financier pour la promotion des lampes LED ne sont pas faits.

Les mesures à prendre pour la diffusion de la technologie LED ont été identifiées à partir de ces 5 barrières fondamentales.



Pour le tarif douanier relatif aux lampes LEDs et aux lampes à incandescence, les Droits de Douanes (DD) et Taxes appliqués sont le même. En effet, si on se réfère au document « TARIF DES DOUANES, Version Décembre 2016, et appliqué pour l'année 2017 », les droits de douanes (DD) et le TVA pour ces deux types de lampes sont respectivement de 10% et de 20%. Il importe de mentionner que dans le cadre de l'APEi (Accord de Partenariat Economique intérimaire) avec l'Union Européenne, un abaissement progressif du droit de douane est appliqué allant de 20% à 0% en 2020 pour les articles d'origine européenne et les lampes à incandescence et LED sont concernées. Pour l'année 2017 l'abaissement est en faveur des incandescentes car il est de 5% alors que pour les LED il reste encore à 10%.

Il est alors évident que même si les LEDs sont exemptes de droits et taxes, les prix des LEDs n'atteindront pas ceux des lampes à incandescence car l'écart de prix est tellement important. Le tableau suivant montre les différents prix des lampes incandescentes et LED dont les structures de prix sont détaillées en annexe 3 :

**Tableau 17: Prix des lampes en Ariary**

Prix des lampes	Avec DD et TVA	Sans DD et TVA
Lampes incandescentes	600	519,1
Lampes LED mauvaise qualité	4 000	3 030,30
Lampes LED bonne qualité	16 000	12 121,20

De ce qui précède et malgré les avantages des LEDs, de mauvaise ou de bonne qualité mentionnés au chapitre 1.4.2.1, leurs prix restent toujours une grande barrière sans recourir à d'autres mesures et/ou mécanismes financiers (à titre d'exemples : la subvention des prix, facilité de paiements, ...) pour réduire ou alléger les prix d'acquisition initiale des lampes LED par les ménages, qui seraient définis à partir d'une étude plus complète.

Concernant la subvention, nous proposons les hypothèses ci-dessous:

- (i) le prix des LEDs de mauvaise qualité au même niveau que celui des lampes incandescentes
- (ii) le prix des LEDs de bonne qualité au même niveau que celui des lampes LED de mauvaise qualité.

Le tableau ci-après donne le niveau de subvention par type de lampe ainsi que les prix des différentes lampes avec et sans droits de douanes (DD) :

**Tableau 18: Niveau de subvention par lampe et prix sur le marché**

	LED de mauvaise qualité		LED de bonne qualité	
	avec DD&TVA	sans DD&TVA	avec DD&TVA	sans DD&TVA
Subvention par lampe (en Ariary)	3 400	2 430	12 000	8 121
Prix sur le marché avec subvention (en Ariary)	600	600	4 000	4 000

Les détails des calculs figurent en Annexe 3. Toutefois, un test de sensibilité à la variation de la subvention devrait être effectué dans le cadre de l'étude faisabilité pour la confirmation ou la modification de notre proposition d'hypothèses.

Les impacts en termes d'émission et de coût des Gaz à Effet de Serre (GES) directs évités ont été calculés à partir de ces données. Les tableaux qui vont suivre donnent les résultats des impacts en termes d'émission et de coût des Gaz à Effet de Serre (GES) directs évités suivant les hypothèses ci-après :

Puissance Lampe incandescente couramment utilisée : 60 Watts  
 Puissance LED de mauvaise qualité équivalente : 12 Watts  
 Puissance LED de bonne qualité équivalente : 10 Watts

Durée de vie Lampe incandescente	: 1 000 Heures
Durée de vie LED de mauvaise qualité	: 5 000 Heures
Durée de vie LED de bonne qualité	: 15 000 Heures
Prix actuel de la lampe incandescente de 60W	: 600 Ariary
Prix actuel (sur le marché) de la LED de mauvaise qualité de 12W	: 4 000 Ariary
Prix actuel (sur le marché) de la LED de bonne qualité de 10W	: 16 000 Ariary
Taux de change	: 3 000 Ariary/US\$

**Tableau 19: Consommation d'électricité et Emission évitée au cours de la durée de vie d'une lampe LED**

	Consommation d'élec. (en kWh)	Emission de GES (en kg éq CO2)	Emission évitée (en kg éq CO2)
Lampe incandescente (Ligne de base) LED de mauvaise qualité	300 60	270 54	216
Lampe incandescente (Ligne de base) LED de bonne qualité	900 150	810 135	675

**Tableau 20: Emission évitée par lampe et par unité de subvention (Avec des Lampes LED exemptes de DD & TVA)**

LED de mauvaise qualité	0,089 kg éq CO2/Ariary	0,267 tonne éq CO2/US\$ (1)
LED de bonne qualité	0,083 kg éq CO2/Ariary	0,249 tonne éq CO2/US\$ (2)

De (1) et de (2), on peut tirer le coût par tonne de GES directs évités.

**Tableau 21: Coût par tonne de GES évité (avec des Lampes LED exemptes de DD & TVA)**

LED de mauvaise qualité	3,75 US\$/tonne éq. CO2
LED de bonne qualité	4,01 US\$/tonne éq. CO2

L'écart des émissions évitées par type de lampe et des coûts correspondants n'est pas important. Par ailleurs, au vue des prix actuel de la tonne de carbone, des prix en dessous de 5US\$ sont intéressants.

Une étude plus poussée est recommandée pour confirmer ou améliorer ce niveau de subvention ; et de déterminer les autres possibilités pour réduire le prix d'acquisition initial relativement très élevé ; et les mesures d'accompagnement comprenant entre autres les campagnes d'information et démonstration.

Les mesures pour surmonter les barrières au développement des lampes LED sont données dans le tableau 24 ci-dessous.

Tableau 22: Mesures pour surmonter les barrières à la diffusion des lampes LED

Barrière clé	Éléments constitutifs de la barrière clé	Mesures proposées pour surmonter les barrières
<b>1- La grande majorité des ménages sont encore attirés par les lampes incandescentes pour l'éclairage</b>		<b>Désintéresser la grande majorité des ménages des lampes incandescentes pour l'éclairage</b>
	Le cadre légal et réglementaire interdisant l'importation de lampes incandescentes n'est pas établi et en vigueur	-Réaliser l'étude justifiant l'interdiction d'importation des lampes incandescentes et déterminant les actions à mettre en œuvre pour le remplacement et les mesures d'accompagnement -Etablir une politique et déterminer les stratégies de promotion de l'efficacité énergétique -Etablir Cadre légal et réglementaire pour promouvoir l'efficacité énergétique sur l'éclairage -Etablir et mettre en vigueur un cadre légal et réglementaire interdisant l'importation de lampes incandescentes sur une base de décision suffisante
	Les lampes incandescentes continuent d'être disponibles et leurs prix d'acquisition sont abordables par tous les ménages	-Etablir une politique et déterminer les stratégies de promotion de l'efficacité énergétique -Etablir Cadre légal et réglementaire pour promouvoir l'efficacité énergétique sur l'éclairage -Etablir et mettre en vigueur un cadre légal et réglementaire imposant des contraintes à l'importation et à la vente des lampes incandescentes -Désintéresser les importateurs ainsi que les grossistes et les détaillants des lampes incandescentes -Faire disparaître les lampes incandescentes sur le marché
<b>2- Les prix d'acquisition initiale par les ménages, des lampes LED sont très chers comparés aux prix des lampes incandescentes; et difficilement abordables par la grande majorité des ménages</b>		<b>Réduire et rendre abordables par la grande majorité des ménages, les prix d'acquisition initiale des lampes LED</b>
	Les Droits et Taxes d'importation des lampes LED sont au même niveau que ceux des autres types de lampe	-Réaliser l'étude de faisabilité de la diffusion des lampes LED comprenant l'Analyse Coûts/Bénéfices, pour obtenir une base de décision suffisante à la diffusion des lampes LED bonne qualité -Sensibiliser l'Etat aux avantages et bénéfices des lampes LED étant une technologie récente -Etablir une politique et déterminer les stratégies de promotion de l'efficacité énergétique

		<ul style="list-style-type: none"> <li>-Etablir Cadre légal et réglementaire pour promouvoir l'efficacité énergétique sur l'éclairage</li> <li>-Réduire ou supprimer Les Droits et Taxes d'importation des lampes LED</li> </ul>
	Les autres mesures et/ou mécanismes pour réduire ces prix d'acquisition initiale des lampes LED bonne qualité ne sont pas déterminés et concrétisés	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rechercher et établir un ou des partenariats techniques et financiers pour la réalisation des études et la mise en œuvre des actions pour réduire les prix d'acquisition initiale</li> <li>-Réaliser les études pour identifier et mettre en œuvre les autres mesures et/ou mécanismes pour réduire les prix d'acquisition</li> <li>-Mettre en œuvre les actions pour réduire les prix d'acquisition initiale des lampes LED bonne qualité</li> </ul>
<b>3- Les lampes LED Bonne Qualité ne sont pas facilement disponibles sur le marché</b>		<b>Faciliter la disponibilité des lampes LED Bonne Qualité sur le marché</b>
	Les lampes LED Bonne Qualité n'intéressent pas les importateurs	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Réaliser un projet de promotion des lampes LED Bonne Qualité comprenant entre autres des campagnes d'informations de démonstrations pour sensibiliser les ménages aux avantages et bénéfices des lampes LED Bonne Qualité</li> <li>-Augmenter le volume de marché des lampes LED bonne qualité et attirer ainsi les importateurs à cette affaire</li> </ul>
<b>4-Les connaissances des ménages sur les lampes LED sont limitées</b>		<b>Améliorer les connaissances des ménages sur les lampes LED</b>
	Les ménages ne sont pas sensibilisés aux avantages et bénéfices des lampes LED	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rechercher et établir un ou des partenariats techniques et financiers pour la promotion des lampes LED</li> <li>-Réaliser un projet de promotion des lampes LED comprenant entre autres des campagnes d'informations de démonstrations pour sensibiliser les ménages aux avantages et bénéfices des lampes LED</li> </ul>

L'Arbre à Solutions donne une vue d'ensemble de toutes les Mesures et les Résultats, il figure en Annexe 3.

## 1.5. Interrelations entre les barrières identifiées du secteur Energie

L'Analyse Logique des Problèmes et l'Analyse de causalité de chaque barrière clé au transfert et à la promotion de chacune des 3 technologies ont permis connaître les liens entre les barrières identifiées.

### 1.5.1. Barrières liant les 3 technologies GCH, PCH et LED

Les causes principales communes ou analogues, faisant obstacle au développement des 3 technologies sont : i) le niveau relativement très élevé des coûts d'investissement des centrales hydroélectriques et du coût d'acquisition initiale par les ménages des lampes LED ; ii) la base de prise de décision à la promotion de chaque technologie qui n'est pas claire et/ou disponible. Les éléments constitutifs y correspondant se présentent comme suit:

**-Pour le niveau relativement très élevé des coûts d'investissement des centrales hydroélectriques et du coût d'acquisition initiale par les ménages des lampes LED :** i) l'incitation fiscale pour réduire les coûts d'investissement hydroélectrique et le coût d'acquisition initial par les ménages des lampes LED n'est pas suffisante : les turbines pour les GCH et PCH sont affranchies des droits de douanes (DD=10%) et des taxes sur la valeur ajoutée (TVA=20%). Toutefois, les accessoires, les pièces détachées, ... sont frappés par ces droits et taxes. Par ailleurs, la partie Electromécanique (dont la turbine) d'une centrale hydroélectrique ne représente que 27% environ du coût total, les parties génie-civil et ligne d'évacuation de l'énergie (plus de 70% du coût total) ne font pratiquement pas l'objet de réduction des droits et taxes d'importation, les DD et TVA d'importation des lampes LED, sont au même niveau que ceux des autres types de lampe ; ii) le retard du recours aux opportunités régionales et internationales pour bénéficier des potentialités de financement à faible taux d'intérêt et/ou sous forme de don perdure la dépendance aux prêts à taux d'intérêt élevés alourdissant les coûts d'investissement ou d'acquisition de matériels.

**-Pour la base de prise de décision à la promotion de chaque technologie qui n'est pas claire et/ou disponible :** i) l'analyse coût-bénéfice sur la base d'études plus complètes (pré faisabilité, faisabilité) n'est pas disponible pour chaque technologie ; ii) la politique et les stratégies de développement des centrales hydroélectriques et de l'efficacité énergétique en particulier pour l'éclairage ainsi que leurs textes d'application spécifiques, ne sont pas établis.

### 1.5.2. Barrières liant les GCH et PCH

Les obstacles spécifiques au développement de l'hydroélectricité sont : i) le coût très élevé des investissements ; l'environnement financier incertain et/ou accès difficile au financement; ii) la base de prise de décision au développement des GCH non claire ; iii) la Longue durée pour développer une centrale hydroélectrique entraînant la prédominance de la gestion d'urgence par recours aux diesels au lieu de se concentrer sur le long terme : développement de l'hydroélectricité. Leurs éléments constitutifs sont :

**-Pour le coût très élevé des investissements :** i) l'insuffisance de base de décisions économique, politique et technique qui retarde la mise en place d'un cadre juridique incitatif à la promotion des centrales hydroélectriques traduite par l'effectivité de l'incitation fiscale ; ii) l'insuffisance d'expertise nationale pour réaliser les études, contrôles et suivis des travaux d'aménagement des GCH et PCH nécessite l'intervention de l'expertise internationale qui coûte généralement très chère.

**-Pour la base de prise de décision au développement des centrales hydroélectrique non claire :** i) les données hydrologiques et hydrométriques ne sont pas mises à jour depuis plusieurs années à cause principalement d'une défaillance du cadre institutionnel et réglementaire pour la maîtrise de l'eau pour l'hydroélectricité ; ii) le plan national d'électrification intégrant production, transport, distribution d'une part et développement des grands, moyens, petits et mini centres, d'autre part n'est pas actualisé et consolidé ; iii) les coûts des études d'aménagements sont élevés.

**-Pour l'environnement financier incertain et/ou accès difficile au financement :** i) le retard d'investissement pour la réhabilitation et le renforcement des réseaux de distribution ainsi que les vols et fraudes d'électricité engendrent d'importantes pertes techniques et non techniques au niveau de la JIRAMA ; ii) les lacunes dans le cadre légal et réglementaire favorisent l'interférence de la politique dans la gestion de la JIRAMA et autres organismes en charge de l'électricité. Ainsi, les tarifs fixés par la politique n'arrivent pas supporter les coûts, la conséquence est la situation financière précaire de la JIRAMA ; iii) le retard dans l'application de la loi PPP comprenant la mise à disposition d'un fonds de garantie et/ou l'inexistence d'accord avec les organismes internationaux de garantie ne sont pas favorables à la sécurité des investissements privés.

**-Pour la longue durée pour développer une centrale hydroélectrique entraînant la prédominance de la gestion d'urgence par recours aux diesels au lieu de se concentrer sur le long terme (développement de l'hydroélectricité):** le cadre légal et réglementaire engendre des procédures compliquées sources de faible coordination des organismes nationaux entraînant une lourdeur administrative pour choisir les concessionnaires, établir les contrats d'achat, acquérir les terres et autorisation d'utilisation de l'eau. Il favorise la prédominance de l'ingérence politique dans la gestion de la JIRAMA et des organismes publics du secteur, perturbe la bonne coordination des planifications production et transport-distribution impliquant une incohérence dans la planification de la production et celle du transport/distribution dans les tous les centres.

### 1.5.3. Barrière liant la PCH et les lampes LED

La première cause de la barrière clé6 au développement de la PCH « Très faible développement des mini réseaux solutions transitoires (diesel, ...) pour des nombreux petits centres isolés à raccorder à court et moyen terme aux nombreux PCH situées loin des demandes pour les rentabiliser », est que la Puissance publique et PTF ne sont motivés (ou suffisamment sensibilisés) pour le développement nécessaire de ces mini réseaux solutions transitoires pour des nombreux petits centres isolés. En effet, la base de décision pour le développement des mini réseaux-solutions transitoires n'est pas prête. D'une manière analogue, L'Etat n'est pas sensibilisé aux avantages et bénéfices des lampes LED faute de base de décision suffisante. C'est l'une des premières causes de l'absence d'incitation fiscale (pour alléger ou supprimer les droits et taxes d'importation des lampes LED) étant l'un des premières causes de la barrière clé2 au développement des lampes LED « Prix d'acquisition initiale par les ménages, des lampes LED bonne qualité sont très chers ... »

## 1.6. Cadres favorables pour surmonter les barrières du secteur Energie

### 1.6.1. Mesures pour surmonter les barrières communes au développement des GCH, PCH, LED

**Pour réduire le niveau relativement très élevé des coûts d'investissement des centrales hydroélectriques et du coût d'acquisition initiale par les ménages des lampes LED :** i) élaborer en concertation avec les parties prenantes une politique de développement et créer un cadre juridique incitatif pour la promotion de chaque technologie pour alléger ou supprimer la pression fiscale (DD et TVA, ...) ; ii) établir, améliorer et étendre les coopérations régionales et internationales pour bénéficier des nouvelles potentialités de financement en complément des coopérations financières traditionnelles, de financement à plus faible taux d'intérêt et/ou sous forme de don, et pour le partage d'expériences.

**Pour obtenir une bonne base de prise de décision plus complète pour la promotion de chaque technologie:** i) établir la politique et les stratégies de développement des centrales hydroélectriques et de l'efficacité énergétique en particulier pour l'éclairage ainsi que leurs textes d'application spécifiques ii) réaliser les études de pré faisabilité et de faisabilité contenant les analyses coûts bénéfiques relatives au développement de chaque technologie.

### 1.6.2. Mesures pour surmonter les barrières communes au développement des GCH et PCH

**Pour réduire le coût très élevé des investissements :** i) élaborer en concertation avec les parties prenantes une politique de développement et créer un cadre juridique incitatif à la promotion des centrales hydroélectriques pour alléger ou supprimer la pression fiscale (DD et TVA, ...); ii) créer et former une expertise locale suffisante pour

réaliser les études d'aménagement, le suivi et contrôle des études et des travaux relatifs aux centrales hydroélectriques pour limiter le recours à l'expertise internationale qui coûte très chère, en vue de réduire le coût des études ; iii) établir, améliorer et étendre les coopérations régionales et internationales pour bénéficier des nouvelles potentialités de financement en complément des coopérations financières traditionnelles, de financement à plus faible taux d'intérêt et/ou sous forme de don, et pour le partage d'expériences, et créer une banque de développement adaptée au développement des infrastructures telles que les centrales hydroélectriques. Le principal objectif est d'éviter les taux d'intérêt relativement élevés.

**Pour obtenir une bonne base de prise de décision au développement des centrales hydroélectrique :** i) établir un cadre institutionnel et réglementaire plus efficace pour la maîtrise de l'eau pour l'hydroélectricité, réhabiliter les stations de mesures hydrologiques et hydrométriques des sites de la PCH, reprendre et pérenniser les différentes mesures, mettre à jour les données ; et compléter les données annuelles manquantes par les méthodes scientifiques et techniques existantes (par exemple, l'utilisation des modèles adéquats pluie-débit; ii) réaliser la planification intégrant le développement des grands, moyens et petits centres et établir et consolider le plan national d'électrification intégrant production, transport et distribution de tous les centres ; iii) mettre à niveau les savoirs faire locaux en matière d'études d'aménagement de suivi et contrôle des études et travaux, et en matière de travaux relatifs à la réalisation des différentes composantes des centrales et limiter le recours à l'expertise internationale coûtant très chère, en vue de réduire le coût des études.

**Pour améliorer l'environnement financier du secteur électricité et/ou accès difficile au financement :** i) accélérer la réhabilitation et le renforcement des réseaux de distribution pour réduire les pertes techniques de JIRAMA, réduire les vols et fraudes d'électricité par la mise en place des moyens de contrôle adéquats : sanctions dissuasives, procédures et matériels de prévention appropriés, et améliorer le taux de recouvrement des factures émises par JIRAMA (négociations suivies de sanctions si nécessaires) pour réduire les pertes financières de JIRAMA; ii) améliorer le cadre légal et réglementaire et institutionnel du secteur Electricité pour atténuer au maximum l'ingérence politique dans la gestion de la JIRAMA et des autres organismes publics concernés, pour l'application des tarifs en vue d'une meilleure situation financière et d'une bonne performance techniques du secteur Electricité; iii) rendre effective la mise en œuvre de la loi sur le partenariat public et privé et établir des relations et des accords avec les organismes internationaux de garantie pour sécuriser les investissements privés.

**Pour réduire la durée pour développer une centrale hydroélectrique entraînant la prédominance de la gestion d'urgence par recours aux diesels au lieu de se concentrer sur le long terme (développement de l'hydroélectricité) :** i) améliorer le cadre légal et réglementaire et institutionnel du secteur Electricité pour réduire l'interférence de la politique dans la gestion de la JIRAMA et les organismes publics, pour la refonte ou l'amélioration de la répartition des responsabilités et renforcer les capacités des organismes désignés pour ce faire ; ii) mettre en place une organisation institutionnelle forte pour éliminer la lenteur administrative dans les procédures d'attributions des droits d'utilisation de l'eau, de terres et de permis de construction, le choix des IPP, l'établissement des contrats de concession et d'achat d'électricité, et dans l'élaboration de la planification de la production et celle du transport d'une manière cohérente ; iii) établir un cadre juridique qui facilite la mise en œuvre des procédures d'attributions des droits d'utilisation de l'eau, de terres et de permis de construction ainsi que l'organisation pour le choix des IPP, l'établissement des contrats de concession et d'achat d'électricité ; iv) créer un bureau (guichet unique) chargé d'une rapide mise en œuvre des procédures d'acquisition des terres et de droit d'utilisation de l'eau, d'attribution de permis de construire, et de délivrance de ces droits

### 1.6.3. Mesures pour surmonter les barrières communes au développement des PCH et LED

**Pour sensibiliser et/ou motiver l'Etat au développement des mini réseaux solution transitoire à la promotion de la PCH ; et à l'instauration d'incitation fiscale pour réduire les prix d'acquisition initiale par les ménages des LED :** i) Réaliser les études de faisabilité des mini réseaux solutions transitoire au développement de la PCH avec l'Analyse Coûts/Bénéfices, d'une part et l'étude de faisabilité de la diffusion des lampes LED comprenant l'Analyse Coûts/Bénéfices, d'autre part ; ii) compléter la base décision au développement de chaque technologie

## 2. SECTEUR INDUSTRIE

### 2.1. Vision/Objectifs principaux visés pour le transfert et la diffusion des technologies

L'articulation des Communication initiale et deuxième a permis de dégager la vision de Madagascar pour 2030, en matière de changements climatiques qui consiste à «détenir au moins la même potentialité de développement durable qu'aujourd'hui ». Pour avancer dans cette vision, toutes actions devraient s'orienter vers l'objectif global de «maintien de la capacité de séquestration de carbone jusqu'au 2030, tout en intensifiant les actions de lutte contre la pauvreté».

L'article 3.1, de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques, stipule le principe<sup>1</sup> de respect d'équité et de responsabilité commune mais différenciée des parties. Comme Madagascar figure encore parmi les Pays les moins avancés, et comme le résultat de l'inventaire de GES d'origine anthropique le classifie de «Puits à carbone», la priorité nationale malagasy consiste à instaurer un développement durable, conformément à la Politique Générale de l'Etat et au Plan National de Développement, lesquels ont été inspirés à partir de la réalité locale et des Objectifs de la Déclaration du Millénaire des Nations Unies.

Bien que le tissu industriel du pays présente des impacts environnementaux négatifs sur les eaux de surface et souterraines, impacts essentiellement dus aux déchets non traités contenant des métaux lourds, des acides minéraux, des pesticides, de l'ammoniaque ou d'autres substances directement toxiques, les GES émis, résultent notamment des énormes consommations énergétiques et des procédés qu'il utilise. La plupart des technologies endogènes utilisent les procédés semi industriels et que le souci de la protection de l'environnement semble présent, surtout dans les fabrications semi artisanales. Mais, l'insuffisance de compétence et de savoir-faire sur les procédés et fabrications industriels s'associe avec le manque de créativité. Madagascar a déjà opté la Mise en Compatibilité des Investissements avec l'Environnement à travers le Décret MECIE qui mérite une application systématique de ses dispositions pour tout projet d'investissement industriel public ou privé et aussi bien pour les investisseurs nationaux qu'étrangers. La plupart des procédés utilisés dans les technologies endogènes méritent d'être développés.

Dans le cadre du développement durable supra tout en restant dans la vision 2030 spécifiée plus haut, les objectifs visés pour le transfert et la diffusion des technologies sont :

- d'une part, d'engager un processus dynamique et participatif en amont pour essayer de maîtriser davantage la position actuelle de Madagascar en matière de comportement du secteur industrie et changement climatique,
- d'autre part, d'anticiper les changements innovants tout en assurant une production industrielle cadrant les métriques de Skinner en matière de compétitivité telles que coût, qualité, délai de livraison et flexibilité.

Pour mener l'analyse des barrières, une question clé a été posée et qui est la suivante « Qu'est ce qui empêcherait une diffusion à grande échelle de la technologie? ». Pour ce faire, la méthodologie suivante a été adoptée :

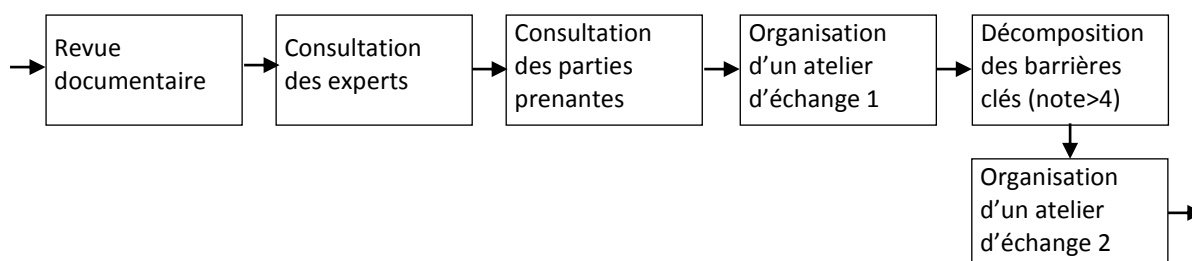


Figure 2: Processus d'analyse des barrières



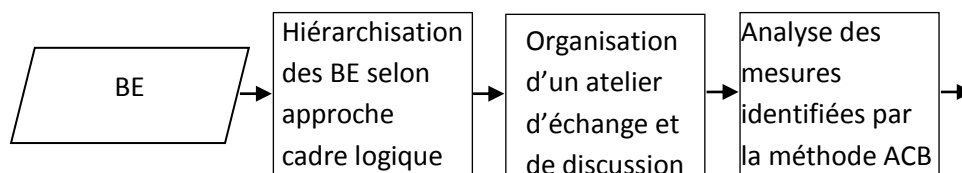
Dans la revue documentaire, les documents stratégiques tels que les communications initiale et deuxième ont été consultés comme documents de départ. Les rapports publiés des autres pays, concernant l'évaluation des besoins en technologie, ont été lus et analysés.

Concernant la consultation des experts, il s'agit des spécialistes qui ont déjà utilisé la technologie en question. Et pour la consultation des parties prenantes, les entreprises utilisatrices des produits et laboratoires, ont été consultées.

Les résultats synthèses obtenus à l'issue de ces trois étapes ont été discutés durant un atelier d'échange. Ce dernier s'est abouti à la pondération sur une échelle 1-5 et au classement des barrières. Cette démarche a permis d'obtenir deux groupes de barrières ; Un groupe de barrières essentielles (barrières ayant obtenu une note  $\geq 3$ ) dont un sous-groupe de barrières clés (barrières ayant obtenu une note =5).

Et un deuxième atelier d'échange a été organisé pour discuter les décompositions des barrières clés. C'est une démarche importante pour comprendre chacune des barrières clés.

Une fois les barrières clés identifiées, le processus d'identification des mesures a été initié. La méthode qui suit a été adoptée pour identifier et analyser les mesures qui s'imposent.



BE : Barrière Essentielle

**Figure 3 : Processus d'analyse des mesures**

Partant des barrières essentielles identifiées, ces barrières ont été hiérarchisées selon l'approche cadre logique. Et un arbre de barrières a été obtenu. Ensuite, ce dernier a été introduit au cours d'un atelier d'échange et de discussion. L'objectif est de valider la hiérarchisation et d'identifier les mesures pour résoudre les barrières racines.

Pour terminer le processus, le consultant s'est penché sur l'Analyse Coûts Bénéfices de ces mesures intégrées selon les outils de Technical University of Denmark.

## 2.2. Analyse des barrières et les mesures favorables de la technologie « Cendres Volantes »

### 2.2.1. Description générale de la technologie « Cendres Volantes » et objectif visé pour son transfert et sa diffusion

#### Introduction

Les cendres volantes sont des fines particules recueillies lors du dépoussiérage des gaz résultant de la combustion du charbon pulvérisé, utilisé dans les centrales thermiques. Leur composition est en relation avec les différents types de matières incombustibles présentes dans le charbon.

Les cendres volantes sont utilisées en cimenterie :

- Soit pour la préparation de la matière première (le cru), en remplaçant de l'argile puisqu'elles apportent la silice, l'alumine et le fer.
- Soit lors du broyage final (avec le clinker, le gypse et les éventuels autres constituants secondaires).

## Caractéristiques technologiques

Dans le cas de Madagascar, le charbon est importé d’Afrique du Sud. La composition des cendres volantes collectées de ce procédé est la suivante :

**Tableau 23: Composition de cendre volante**

Essais	%	Essais	%
Insolubles AFNOR	7,37	MgO	0,2
Perte au feu	6,83	Oxydes divers	0,6
SiO <sub>2</sub> insoluble	56,2	Total	100%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	23	M.V (KN/m <sup>3</sup> )	22,15
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,8	SSB( cm <sup>2</sup> /g)	Entre 3500 et 4430
CaO	5	D.app (g/cm <sup>3</sup> )	0,78

### Avantages en matière d’atténuation

Globalement, la fabrication d'une tonne de ciment relâche 800 kg à 900 kg de CO<sub>2</sub> dont 60% des émissions sont dues à la transformation des matières premières à des températures élevées. Si l’argile est remplacée par de cendres volantes, pour substituer au clinker à raison de 35% à 65%, il n’y a plus de broyage d’argile qui constitue 20% des matières premières. Et par conséquent, il y a environ une réduction d’émission de CO<sub>2</sub> à raison de 102kg par tonne de ciment produit.

### Avantages potentiels en matière de développement

- Il y a valorisation de déchet en provenance des industries d’extraction minière.
- Apport d’emploi supplémentaire.
- Appui tangible à l’industrie du bâtiment et des travaux publics.

## 2.2.2. Analyse des barrières de la technologie « Cendres Volantes »

### 2.2.2.1. Barrières économiques et financières

Lors de l’organisation de l’atelier d’échange 1, les barrières suivantes ont été retenues par les participants comme barrières économiques et financières :

**Tableau 24: Les barrières économiques et financières de la technologie «Cendres Volantes»**

N°	BARRIERES	N°	BARRIERES (suite)
a.	Capacité de stockage limitée	h.	Coûts de matières premières élevés
b.	Cendres volantes perçues comme une perte	i.	Coûts fixes élevés
c.	Chaine de valeur longue et complexe de cendres volantes de la production-processus-logistique-utilisation	j.	Croyance que les matières premières sont plus prêtes, disponibles et moins coûteuses
d.	Concurrence avec les matériaux naturels disponibles	k.	Investissement en handling/stockage/mixage élevé

e.	Coût de transport élevé	l.	Investissement initial élevé
f.	Coût du stockage élevé	m.	La haute production de cendres volantes n'a pas lieu au moment de la haute demande de la part de l'industrie de construction
g.	Coût d'handling élevé		

La description de chaque barrière est présentée en annexe 6.

Et le classement a agréé l'obtention de barrière clé et de barrière essentielle dont les notes sont respectivement égales à 5 et supérieures ou égales à 3. L'historique suivant présente ce classement.

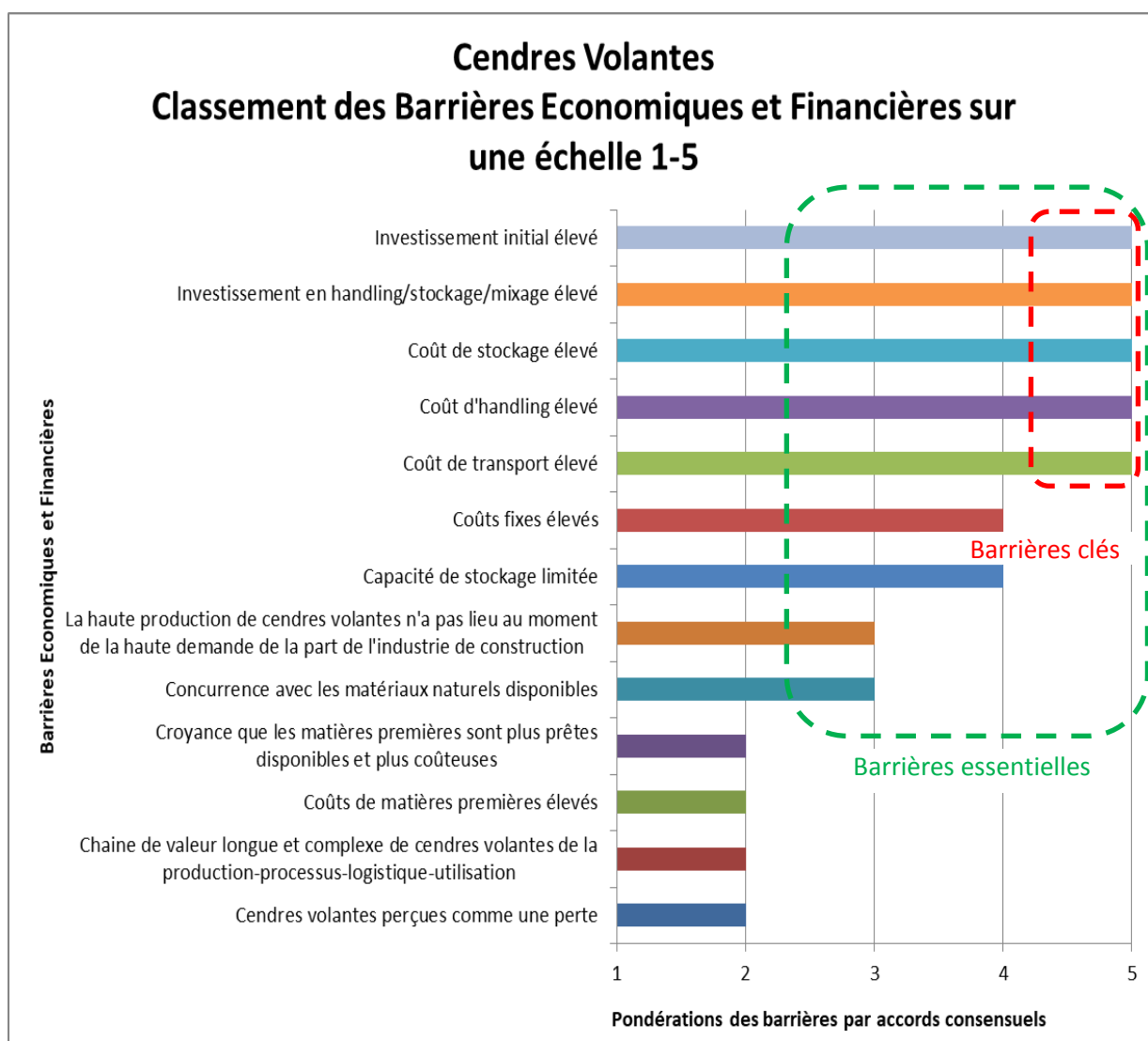


Figure 4: Classement des barrières économiques et financières (cendres volantes)

Il y a neuf barrières essentielles circonscrites dans le rectangle à bouts arrondis de traits discontinus verts dont cinq barrières clés délimitées par le rectangle à bouts arrondis de traits discontinus rouges.

Les barrières clés « investissement initial élevé » et « investissement en handling/stockage/mixage élevé » peuvent être regroupées sous « investissement élevé » d'une part. Et d'autre part « coût de stockage élevé », « coût d'handling élevé » et « coût de transport élevé » peuvent être conglomérés sous « coût d'exploitation élevé ». Et le

processus de décomposition de ces deux barrières groupées, selon l'approche cadre logique, a donné respectivement deux arbres qui sont présentés en annexes 7 et 8.

### 2.2.2.2. Barrières non financières

Et les barrières suivantes ont été identifiées comme barrières non financières :

**Tableau 25: Les barrières non financières à la diffusion de la technologie «Cendres Volantes»**

N°	BARRIERES	N°	BARRIERES (suite)
a.	Croyance que la qualité et la quantité de cendres volantes ne sont pas compatibles	l.	Les matériels pour tester les cendres volantes non disponibles
b.	Future incertaine sur le générateur-à-charbon	m.	Monitoring et politique/mécanisme d'implémentation inexistant
c.	Législation différente en matière de cendres volantes	n.	Partage de connaissance défailante
d.	Les cendres volantes contiennent de métaux lourds	o.	Spécifications sur les cendres volantes pour les applications non cimentées inexistantes
e.	Limitation de quantité de substitution en cendres volantes	p.	Inexistence d'éclairage de la part des autorités compétentes sur les bénéfices concernant l'utilisation de cendres volantes
f.	Les consommateurs n'ont pas confiance au ciment avec additif de cendres volantes	q.	Encouragement au niveau producteur/utilisateur inexistant
g.	Manque de connaissances et de familiarités avec les potentialités des cendres volantes	r.	Absence de monitoring gouvernemental sur l'utilisation de cendres volantes
h.	Les Recherche et Développement non disséminés	s.	Qualité de cendres volantes présente des non brûlés
i.	Les données sur les effets de cendres volantes sur l'environnement et la santé ne sont pas disponibles	t.	Qualité de finité de cendres volantes et de présence de carbone non brûlé
j.	Législation encourageant l'utilisation de cendres volantes inexistante	u.	Spécifications restrictives et prohibitives
k.	Législation pour promouvoir l'utilisation inexistante	v.	Utilisation limitée de cendres volantes dans les bétons due au manque d'information

La description de chacune de ces barrières est présentée en annexe 9.

Après avoir attribué une note consensuelle, de 1 à 5, à chacune de ces barrières, l'histogramme suivant a été obtenu.

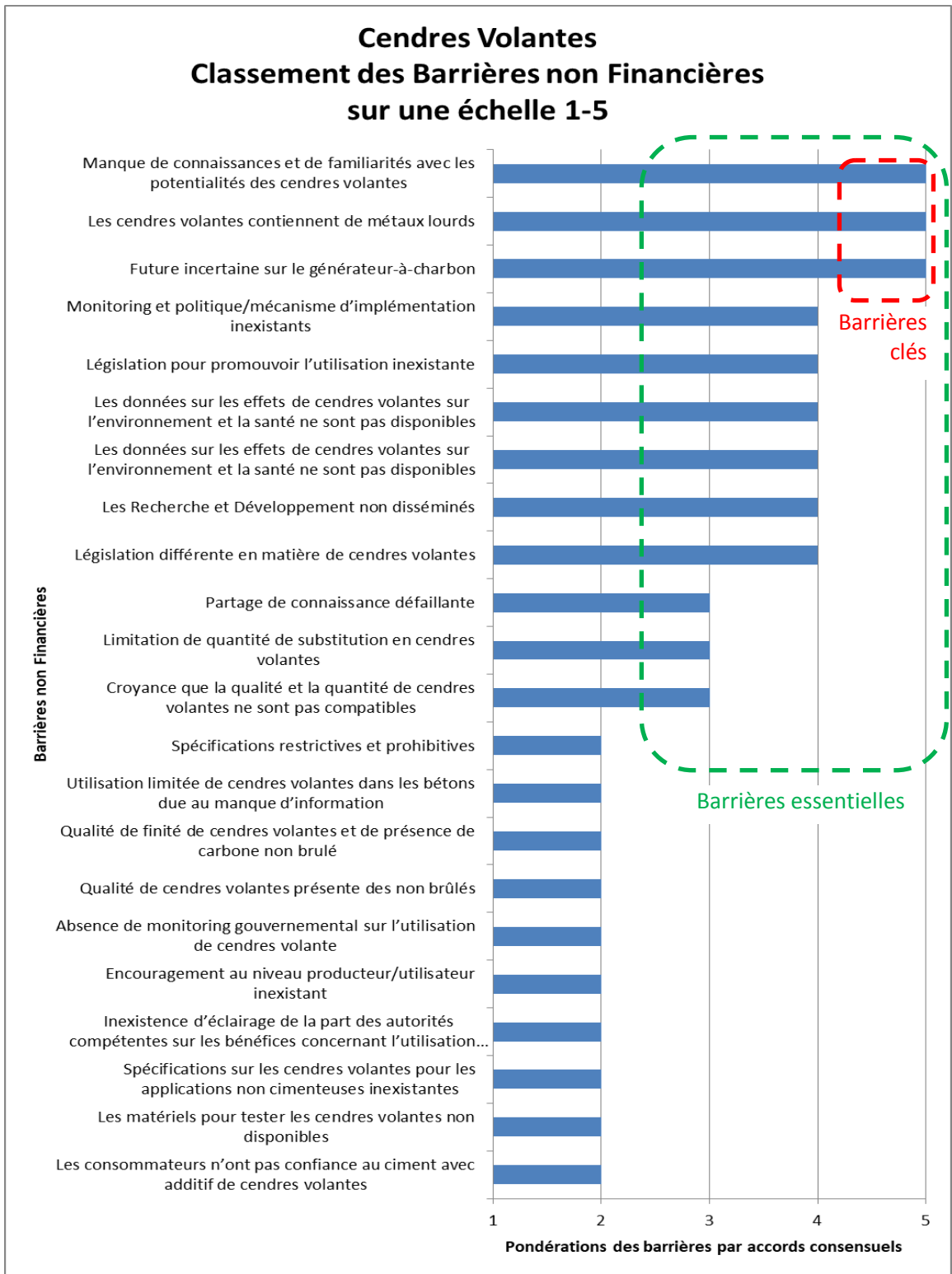


Figure 5 : Classement des barrières non financières (cendres volantes)

Il y a trois barrières clés. Les deux premières barrières peuvent être fusionnées en une seule sous « manque de connaissances et de familiarité avec les potentialités des cendres volantes ». Ceci permet de ne décomposer que deux barrières « manque de connaissances et de familiarité avec les potentialités des cendres volantes » et « future incertaine sur le générateur-à-charbon ». Et leurs décompositions, selon l'approche de cadre logique, sont présentées en annexes 10 et 11.

### 2.2.3. Mesures identifiées

#### 2.2.3.1. Mesures économiques et financières

La hiérarchisation des barrières économiques et financières est présentée en annexe 12. Pour avoir une situation positive, des mesures ont été identifiées et apportées au niveau de ces barrières racines. Ces mesures et les états positifs correspondants sont présentés dans l'annexe 13.

Deux mesures ont été identifiées. « Encourager les investisseurs locaux par la mise en place d'un taux d'intérêt bancaire incitatif (une baisse de taux d'intérêt bancaire de 1.5% durant 5 ans) », et « encourager les investisseurs locaux à exploiter les cendres volantes dans le futur Zone Economique Spéciale de Tolagnaro (une baisse de 5% sur la taxe sur les transports de cendres volantes durant 5 ans) ». Pour la première mesure, quatre barrières sont positivées et deviennent : investissement en handling/stockage/mixage abordable, coûts fixes modérés, coût de transport maîtrisé, coût handling/stockage maîtrisés. Et pour la deuxième mesure, une barrière peut être améliorée et devient « l'offre de cendres volantes peut satisfaire partiellement la demande ». Les bénéfices obtenues, si ces mesures sont apportées, sont : « secteur de construction des bâtiments et travaux publics développé », « émission de CO2 dans les cimenteries atténuée » et « emplois créés ».

#### 2.2.3.2. Mesures non financières

La hiérarchisation des barrières non financières est présentée dans l'annexe 14. Une mesure a été identifiée pour pouvoir positiver les barrières racines. Et ce qui a permis d'obtenir une mesure et l'arbre à solutions dans l'annexe 15.

Une mesure « élaborer et accompagner une politique et stratégie d'utilisation de cendres volantes » permet de positiver trois barrières racines ; « manque de monitoring et politique/mécanisme d'implémentation » qui devient « monitoring et politique/mécanisme d'implémentation existant ». « Limitation de quantité de substitution en cendres volantes » qui se transforme en « connaissance sur la quantité de substitution en cendres volantes partagées ». Et « manque de dissémination de recherche et développement » évolue vers « dissémination de recherche et développement existante ».

Comme aucune mesure n'a été trouvée pour positiver la barrière racine « future incertaine sur le générateur-à-charbon », la barrière centrale change simplement en « opération économique sur les cendres volantes encourageante ». Et les produits sont « environnement sain » et « utilisation normalisée des cendres volantes ».

Les mesures économiques et financières d'une part, et la mesure non financière d'autre part ont été conglomérées. Et elles ont été évaluées selon l'analyse coûts-bénéfices avec l'outil recommandé par DTU. Et le tableau suivant a été obtenu :

**Tableau 26: Evaluation des mesures « économiques et financières » et « non financières » pour Cendres Volantes (CV)**

MESURES ECONOMIQUES ET FINANCIERES

1. Encourager les investisseurs locaux par la mise en place d'un taux d'intérêt bancaire incitatif (une baisse de taux d'intérêt bancaire de 1,5% durant 5 ans)
2. Encourager les investisseurs locaux à exploiter les cendres volantes de QMM (une baisse de 5% de la taxe sur les transports de cendres volantes durant 5 ans)
  - Réduction de CO2 102 kg/tonne de ciment avec ajout de CV produit
  - Emplois générés pour la fabrication 0,02 homme/tonne
  - Emplois générés pour la construction 0,05 homme/tonne
  - Taux d'intérêt 5,5% au lieu de 7%

MESURE NON FINANCIERE

Elaborer et accompagner une politique et stratégie d'utilisation de cendres volantes

Fundraising pour la santé de la population 1 USD/tonne de CV

Désignation	Unités	Total sur 10 ans	An 1	An 2	An 3	An 4	An 5	An 6	An 7	An 8	An 9	An 10
<b>Impact</b>												
Fabrication de ciment sans ajout de CV (baseline)	Tonne	2 400 000	240 000	240 000	240 000	240 000	240 000	240 000	240 000	240 000	240 000	240 000
Fabrication de mélange de ciment avec CV (programme)	Tonne	3 150 000	252 000	264 000	276 000	288 000	300 000	318 000	336 000	354 000	372 000	390 000
Impact	Tonne	750 000	12 000	24 000	36 000	48 000	60 000	78 000	96 000	114 000	132 000	150 000
<b>Coûts du programme</b>												
Subvention par tonne de CV	USD		5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Subvention sur les CV	m USD	2 052,96	441,00	462,00	483,00	504,00	525,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pilotage et suivi	m USD	1 130,64	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00
Elaboration d'une politique et d'une stratégie	m USD	28,44	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Formations	m USD	98,85	0,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
Accompagnement	m USD	65,90	0,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Coût total du programme (VAN)	m USD	3 376,78	621,00	637,00	658,00	679,00	700,00	175,00	175,00	175,00	175,00	175,00
Coût unitaire	USD	4,50	2,46	2,41	2,38	2,36	2,33	0,55	0,52	0,49	0,47	0,45
<b>Bénéfices</b>												
Emplois générés (mélange de ciment avec CV)	Homme	15 000	240	480	720	960	1 200	1 560	1 920	2 280	2 640	3 000
Emplois générés (construction maisons)	Homme	37 500	600	1 200	1 800	2 400	3 000	3 900	4 800	5 700	6 600	7 500
Réduction de CO2	Tonne	321 300	25 704	26 928	28 152	29 376	30 600	32 436	34 272	36 108	37 944	39 780
Epargne pour la santé de la population	m USD	1 102,50	88	92	97	101	105	111	118	124	130	137
<b>Coûts vs. Bénéfices</b>												
Bénéfice en termes d'emploi			64,32 USD/homme				Epargne pour la santé de la population				3,06 [-]	
Réduction de CO2			10,51 USD/kg CO2									

La production, de ciment sans ajout de cendres volantes à l'usine d'HOLCIM Ibity, est de 240 000 à 250 000 tonnes par an. Et 240 000 tonnes par an a été pris comme baseline. Le programme, sous les impulsions des mesures intégrées d'une part « économiques et financières » et d'autre part « non financière », a été estimé à 3 150 000 tonnes sur 10 ans : début de production à 252 000 tonnes, avec une augmentation de 12 000 tonnes par an jusqu'à l'expiration des subventions et de 18 000 tonnes par an après subventions. Cette configuration est le benchmarking de l'expérience de production de ciment avec ajout de cendres volantes d'HOLCIM Toamasina à partir de 60 000 à 75 000 tonnes par an de cendres volantes produites par l'entreprise minière Sherritt International à Toamasina.

La subvention d'USD5 par tonne de CV est obtenue en sachant que le coût de transport de CV est d'USD97.19 par tonne (il s'agit du transport de Tolagnaro à Antsirabe : soit terrestre, soit par bateau puis terrestre) et l'investissement est d'USD9.35 par tonne de CV (sur la base de l'expérience d'HOLCIM Toamasina, il y a eu un investissement d'USD561 000 pour utiliser 60 000 tonnes de CV). La subvention annuelle est de 5% du coût de transport (soit USD4.86) et 1.5% de l'investissement (soit USD0.14) soit au total USD5. En termes de fabrication de mélange de ciment avec ajouts de cendres volantes, il y aura un impact positif de 750,000 tonnes sur 10 ans. Et des bénéfiques, de 52 500 emplois et une réduction de 321 300 tonnes de CO2, seront obtenus selon les figures 7 et 8.

La graphique montrant le programme et les divers coûts est donnée par la figure suivante.

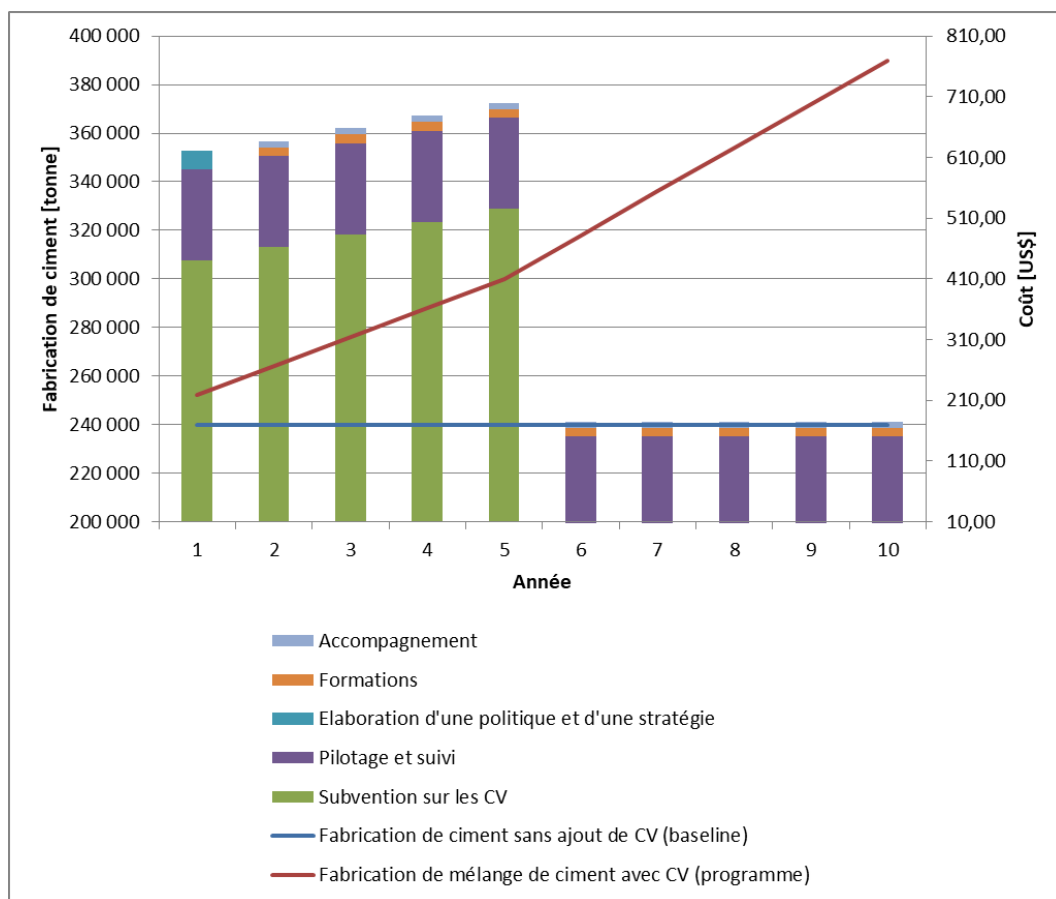


Figure 6: Représentation graphique du programme/baseline et des coûts (Cendre Volante)

Le graphique présente un baseline de 240 000 tonnes annuel de cendre volante. Par rapport à ce baseline, il y a deux phases de programmes : la première phase d'année 1 à année 5 avec une croissance annuelle de 12 000 tonnes, et la deuxième phase d'année 6 à année 10 avec une croissance annuelle de 18 000 tonnes. Pour implémenter ces deux phases de programmes, des coûts sont nécessaires : ceux relatifs à l'élaboration d'une politique et stratégie tout au début de la première phase s'élevant à USD30,000.00, ceux correspondants à la subvention durant les cinq premières années, ceux corrélatifs au pilotage et suivi durant le programme s'élevant à USD15,000.00, et ceux liés à la formation et l'accompagnement à partir de la deuxième année et tout au long du programme s'élevant respectivement à USD15,000.00 et USD10,000.00 par an.

Et les courbes montrant le programme et les bénéfices en termes d'emplois, d'émission de CO2 et d'épargne pour la santé de la population sont données successivement ci-après.



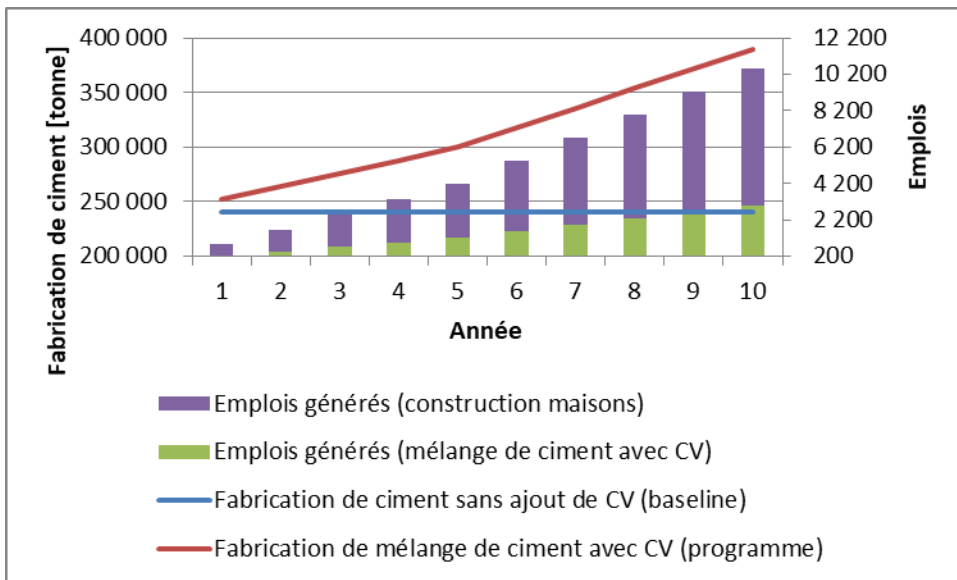


Figure 7: Représentation graphique du programme/baseline et des emplois générés

On considère ce qui a été dit précédemment concernant le baseline et le programme. La figure ci-dessus révèle les emplois générés qui suivent proportionnellement l'allure du programme.

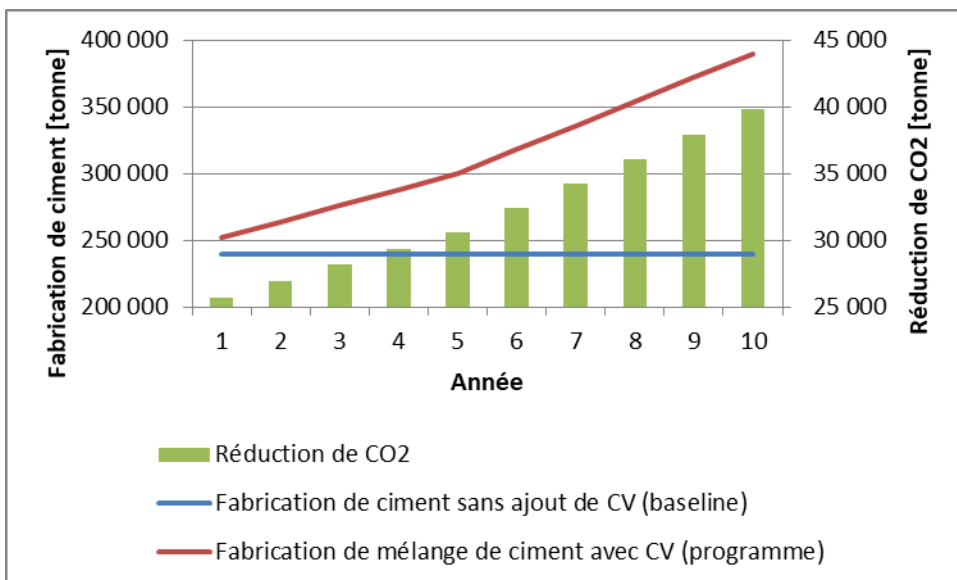


Figure 8: Représentation graphique du programme/baseline et de la réduction de CO2

Ici, la réduction de CO2, suit également la croissance du programme. Cette réduction importante à partir de l'année 6.

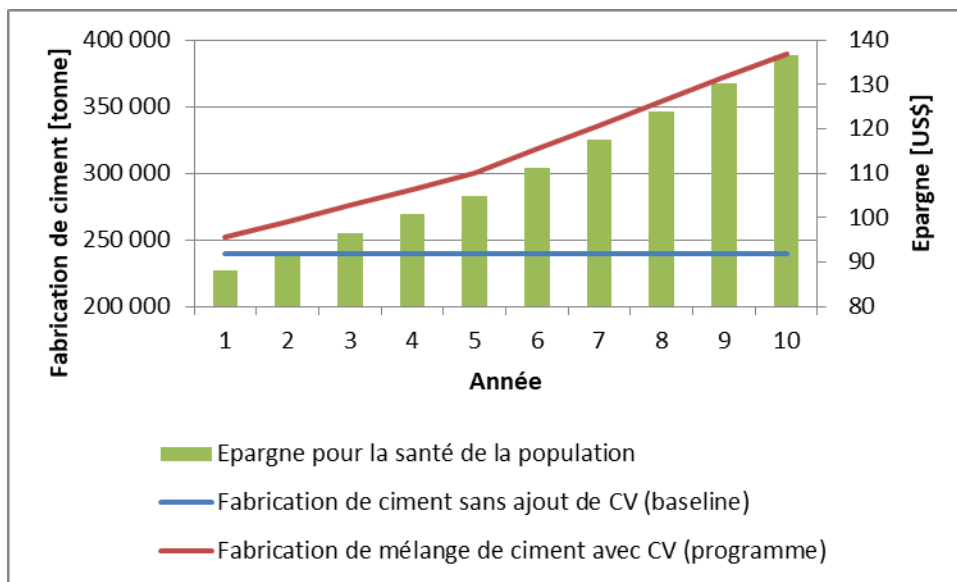


Figure 9: Représentation graphique du programme/baseline et de l'épargne pour la santé de la population

Par rapport au programme, il est remarqué une épargne pour la santé de la population qui suit proportionnellement le programme en question. Cette épargne devient plus importante à partir de l'année 6.

### 2.3. Analyse des barrières et les mesures favorables de la technologie « Bioplastiques »

#### 2.3.1. Description générale de la technologie « bioplastiques » et objectif visé pour son transfert et sa diffusion

##### Introduction

Les bioplastiques sont manufacturés à partir des sources telles que l'huile d'amidon et végétales. Certains bioplastiques, mais pas tous, sont biodégradables ou compostables.

##### Caractéristiques technologiques

Les bioplastiques sont des plastiques fabriqués à partir de biopolymères ; il existe deux types de biopolymères :

- Les biopolymères issus d'organismes vivants,
- Les biopolymères provenant de molécules polymérisables.

Après extraction de ces biopolymères, il existe deux méthodes de synthèse possible :

- La première étant basée sur la fermentation,
- La deuxième reposant sur l'utilisation de plantes modifiées génétiquement.

##### Avantages en matière d'atténuation

Tout d'abord les bioplastiques contribuent à la réduction des gaz à effet de serre comme le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>). Les Bioplastiques génèreraient 68% de gaz à effet de serre en moins par rapport aux matières plastiques à base de combustibles fossiles. Ceci est dû à la partie végétale de leur composition. Qu'ils soient incinérés ou dégradés, ils ne produisent pas de carbone additionnel. Ils ne contribuent donc pas à l'augmentation de l'effet de serre. De plus, le bioplastique participe à la réduction des déchets à la source.

##### Avantages potentiels en matière de développement

- La promotion des bioplastiques pourrait passer par une taxation de certains produits non renouvelables à fort impact environnemental ou par une taxation incitative telle que l'application d'une TVA à taux réduit.
- Le développement des filières de compostage. En fait, la filière naturellement adaptée aux matériaux biodégradables est la filière «compost». Il est par conséquent indispensable, avant de procéder à toute substitution d'un polymère conventionnel par un polymère biodégradable, d'envisager en priorité sa valorisation biologique.

## 2.3.2. Analyse des barrières de la technologie « Bioplastiques »

### 2.3.2.1. Barrières économiques et financières

Les barrières économiques et financières considérées sont les suivantes :

**Tableau 27: Les barrières économiques et financières de la technologie "bioplastiques"**

N°	BARRIERES	N°	BARRIERES (suite)
a.	Alimentation animale à partir de la paille	k	Image négative au niveau des pratiques en agriculture
b.	Alimentation humaine à partir du maïs	l	L'emploi de ressources détournées des filières alimentaires
c.	Capacité de production	m	Les bioplastiques biodégradables peuvent avoir des impacts négatifs sur les filières de recyclage
d.	Continuité dans l'effort pour réduire les coûts de production	n	Nécessité de dispositions fiscales et réglementaires (filière des déchets)
e.	Coût de production élevé	o	Politique du développement durable (de l'économie du pétrole à l'économie des hydrates de carbone)
f.	Coûts synthétiques et Valeurs de vente	p	Prix élevés des céréales
g.	Difficile d'optimiser les bioplastiques	q	Récente explosion ces dernières années des «émeutes de la faim», dues à la hausse des prix des matières premières agricoles
h.	Elimination de paillis des terres cultivables	r	Transfert de technologies coûteux en temps et en argent
i.	Entrave au recyclage de pétro plastiques	s	Utilisation de terres arables pour la culture de maïs
j.	Ils sont notamment entre 50% et 400% plus chers que le plastique	t	Utilisation non durable des terres cultivables

Chaque barrière est décrite en annexe 16.

Par ailleurs, à chaque barrière a été attribuée une note de 1 à 5. Et l'histogramme, ci-après, récapitule les points obtenus.

## Bioplastiques

### Classement des Barrières Economiques et Financières sur une échelle 1-5

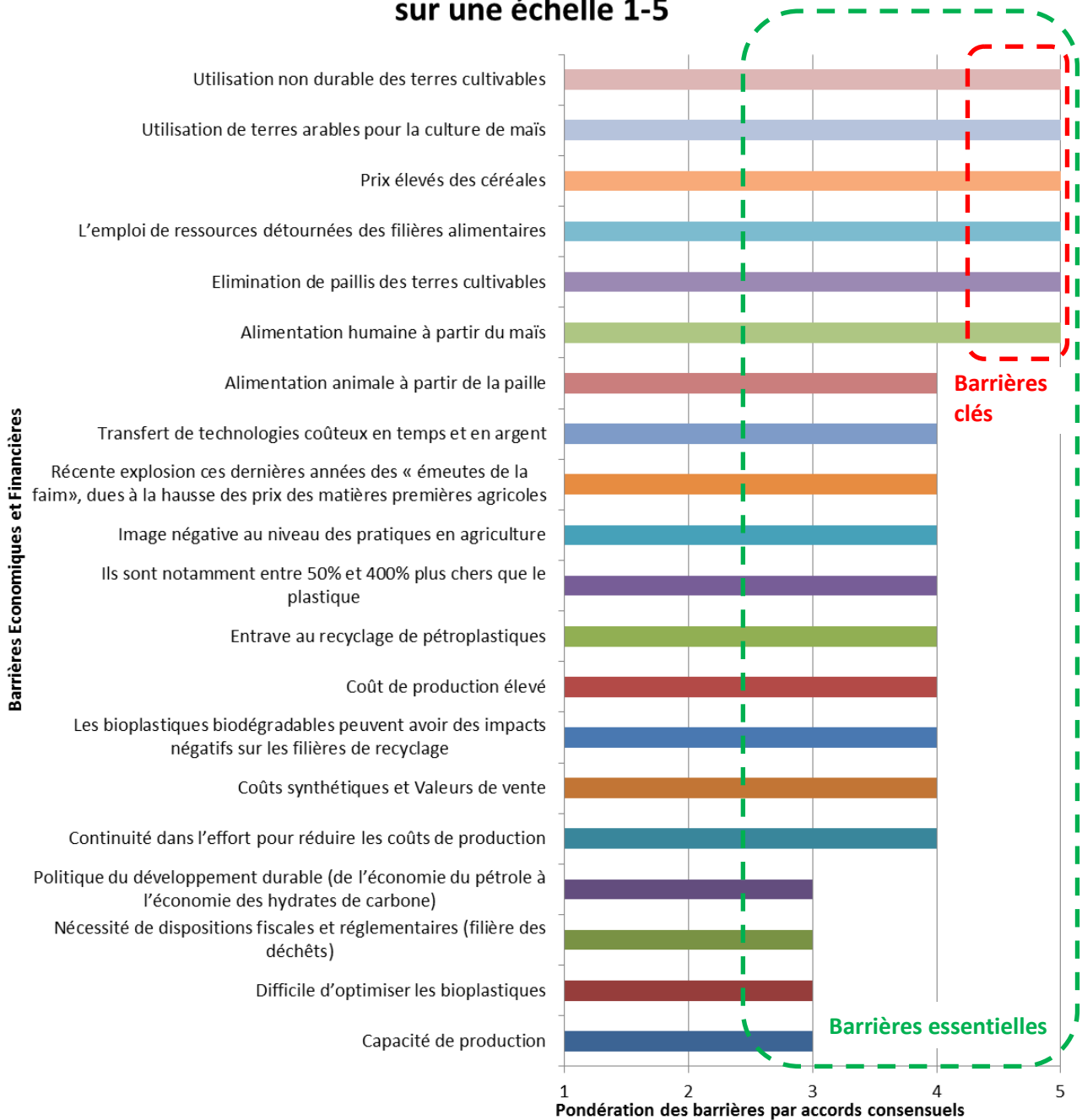


Figure 10 : Classement des barrières économiques et financières de la technologie « bioplastique »

Les barrières dont le score est égal ou supérieur à trois sont les barrières essentielles. C'est-à-dire toutes les barrières économiques et financières de bioplastiques sont essentielles dont six barrières clés.

Pour les barrières clés, « utilisation non durable des terres cultivables », « utilisation de terres arables pour la culture de maïs », et « élimination de paillis des terres cultivables » peuvent être synthétisées par « les terres cultivables menacées ». Et les trois autres « prix élevés des céréales », « emploi des ressources détourné des filières alimentaires », « alimentation humaine à partir du maïs » peuvent être fusionnées sous « alimentation humaine menacée ». Les décompositions des barrières synthèses donnent les arbres présentés respectivement par les annexes 17 et 18.

### 2.3.2.2. Barrières non financières

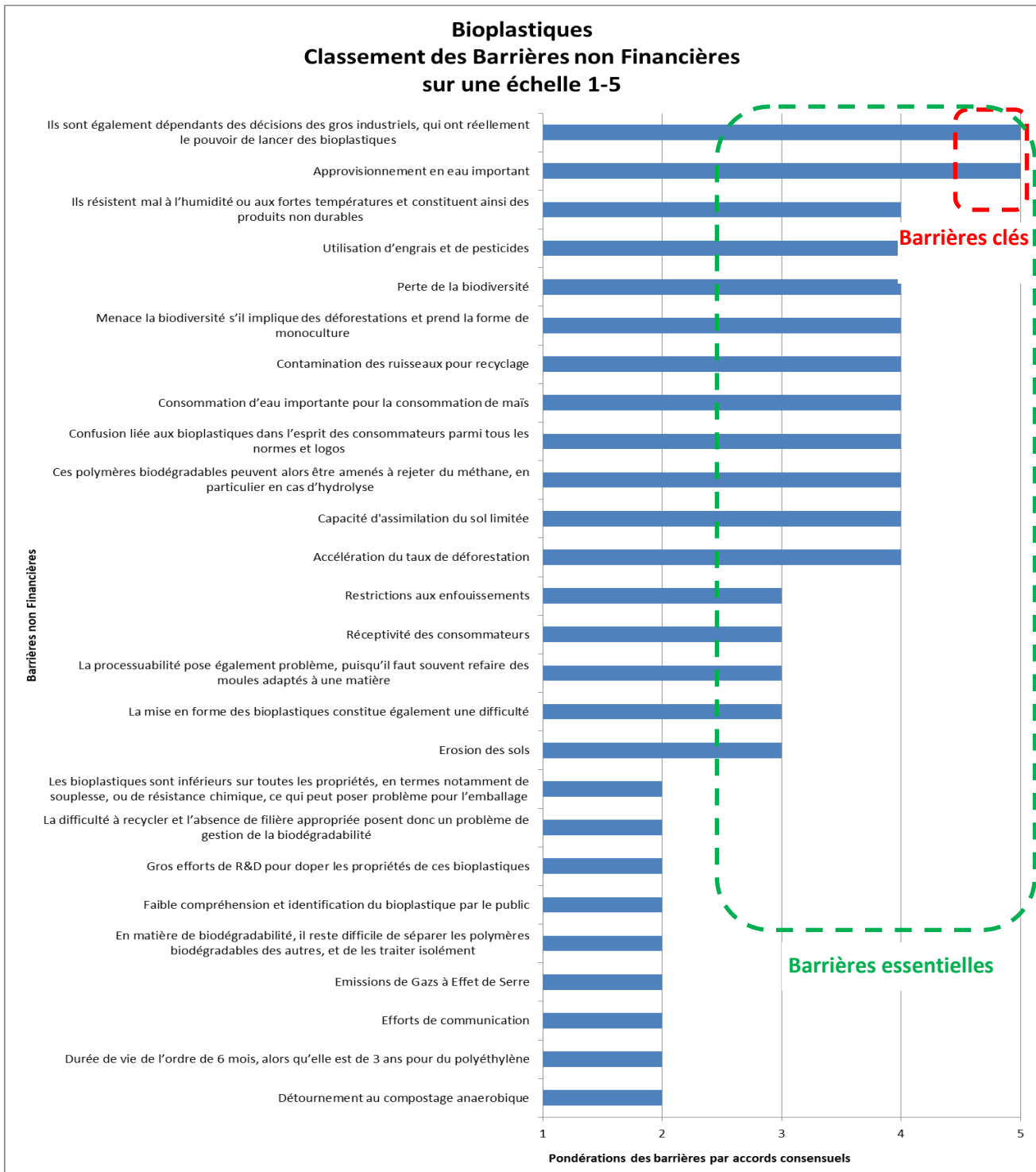
Les barrières non financières au transfert et diffusion du bioplastique sont :

**Tableau 28: Les barrières non financières de la technologie "bioplastiques"**

N°	BARRIERES	N°	BARRIERES (suite)
a.	Accélération du taux de déforestation	n.	Détournement au compostage anaérobique
b.	Capacité d'assimilation du sol limitée	o.	Durée de vie de l'ordre de 6 mois, alors qu'elle est de 3 ans pour du polyéthylène
c.	Approvisionnement en eau important	p.	Efforts de communication
d.	Ces polymères biodégradables peuvent alors être amenés à rejeter du méthane, en particulier en cas d'hydrolyse	q.	Emissions de Gaz à Effet de Serre
e.	Confusion liée aux bioplastiques dans l'esprit des consommateurs parmi toutes les normes et logos	r.	En matière de biodégradabilité, il reste difficile de séparer les polymères biodégradables des autres, et de le les traiter isolément
f.	Consommation d'eau importante pour la production de maïs	s.	Erosion des sols
g.	Contamination des ruisseaux pour recyclage	t.	Faible compréhension et identification du bioplastique par le public
h.	Gros efforts de R&D pour doper les propriétés de ces bioplastiques	u.	Les bioplastiques sont inférieurs sur toutes les propriétés ce qui peut poser problème pour l'emballage notamment
i.	Ils résistent mal à l'humidité ou aux fortes températures et constituent ainsi des produits non durables	v.	Menace la biodiversité s'il implique des déforestations et prend la forme de monoculture
j.	Ils sont également dépendants des décisions des gros industriels, qui ont réellement le pouvoir de lancer des bioplastiques	w.	Perte de la biodiversité
k.	La difficulté à recycler et l'absence de filière appropriée posent donc un problème de gestion de la biodégradabilité	x.	Réceptivité des consommateurs
l.	La mise en forme des bioplastiques constitue également une difficulté	y.	Restrictions aux enfouissements
m.	La processabilité pose également problème, puisqu'il faut souvent refaire des moules adaptés à une matière	z.	Utilisation d'engrais et de pesticides

La description de chaque barrière est donnée en annexe 19.

Le groupage des barrières selon la note, échelle de 1 à 5, qui leur a été attribuée d'une manière consensuelle a donné la figure suivante.



**Figure 11 : Classement des barrières non financières de la technologie « bioplastique »**

Il dix-sept barrières essentielles dont deux barrières clés : « dépendance aux décisions des gros industriels », et « approvisionnement en eau important ». La décomposition de la barrière clé « dépendance aux décisions des gros industriels » est présentée en annexe 20. Les causes racines de cette dépendance sont : « incompetence des agents du Ministère », « lobby des gros industriels producteurs de plastiques », « corruption », « accoutumance des usagers de plastique » et « personne ne songe à y investir ».

La deuxième barrière clé « approvisionnement en eau élevé » a pour cause racine « besoin du processus de production ».

### 2.3.3. Mesures identifiées

#### 2.3.3.1. Mesures économiques et financières

La hiérarchisation des barrières économiques et financières de la technologie « bioplastique » est présentée dans l'annexe 21. Les barrières racines sont : « l'emploi de ressources détournées des filières alimentaires », « capacité de production », « transfert de technologie coûteux en temps et en argent », et « dispositions fiscales et réglementaires sur la filière des déchets plastiques inexistantes ». Et il y a trois effets : « alimentation humaine problématique », « émission de CO2 importante par la fabrication plastique » et « les bioplastiques dégradables peuvent avoir des impacts négatifs sur les filières de recyclage ».

La mesure identifiée consiste à élaborer une stratégie d'incitation et d'utilisation des bioplastiques par l'abaissement de 5% de la taxe d'importation de matières premières bioplastiques et de pièces détachées en provenance de l'Indonésie. Cette mesure ne peut pas impacter positivement « l'emploi de ressources détournées des filières alimentaires ». Cependant, elle peut positiver les trois autres barrières racines. Ainsi, la capacité de production devient améliorée, le transfert de technologies devient maîtrisé en temps et en argent, et les dispositions fiscales et réglementaires sur la filière des déchets plastiques élaborées et appliquées.

Avec cette mesure, trois bénéfices sont envisagés : alimentation humaine à partir du maïs assurée, émission de CO2 atténuée et filière de recyclage pétroplastique favorisée (annexe 22).

#### 2.3.3.2. Mesures non financières

La hiérarchisation des barrières essentielles non financières de la technologie « bioplastique » a été élaborée selon l'approche cadre logique et présentée en annexe 23. Pour transformer en état positif les barrières racines, trois mesures (voir annexe 24) ont été identifiées : inciter l'agriculture à grande échelle sur des terrains n'impactant pas les terres cultivables/arables et n'engendrant pas de déforestation, recherche-développement-démonstration, et information-sensibilisation-enseignement sur le bioplastique.

Les mesures économiques et financières d'une part et les mesures non financières d'autre part ont été évaluées ensemble. L'évaluation est donnée par le tableau suivant :

**Tableau 29: Evaluation des mesures «économique et financière» et «non financières» pour Bioplastique (BP)**

MESURE ECONOMIQUE ET FINANCIERE

**Elaboration d'une stratégie d'incitation et d'utilisation de BP**

- Abaissement de 5% de la taxe d'importation de matières premières BP en provenance de l'Indonésie
- Abaissement de 5% de la taxe de pièces détachées en provenance de l'Indonésie

MESURES NON FINANCIERES

**Inciter l'agriculture à grande échelle sur des terrains n'impactant pas les terres cultivables/arables et n'engendrant pas de déforestation**

**Recherche, développement et démonstration**

**Information, sensibilisation et enseignement sur le bioplastique**

Taux d'intérêt 11,0%  
Réduction de CO2 4 Tonne/Tonne de bioplastique

Désignation	Unités	Total sur 10 ans	An 1	An 2	An 3	An 4	An 5	An 6	An 7	An 8	An 9	An 10
<b>Impact</b>												
Fabrication de produits en BP (baseline)/an	Tonne	245	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Fabrication de produits en BP (programme)/an	Tonne	940	34	44	54	64	74	94	114	134	154	174
Impact de fabrication/an	Tonne	695	10	20	30	40	50	70	90	110	130	150
<b>Coûts du programme</b>												
		VAN										
Abaissement de taxe de 5% par tonne importée de matières premières	mUSD	0,92	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00
Abaissement de taxe de 5% sur l'importation des pièces détachées	mUSD	0,37	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Abaissement de taxe sur l'importation de matières premières	mUSD	47,98	8,50	11,00	13,50	16,00	18,50	21,00	23,50	26,00	28,50	31,00
Formations	mUSD	74,82	0,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
Pilotage et suivi	mUSD	748,25	0,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00
Elaboration d'une stratégie d'incitation et d'utilisation de BP	mUSD	27,03	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Elaboration d'une stratégie d'incitation d'agriculture à grande échelle	mUSD	27,03	30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Appui à la R & D et démonstration	mUSD	1 177,85	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
Appui à la communication sur les BP et éducation y afférente	mUSD	479,26	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
Coût total du programme (VAN)	mUSD	2 582,21	368,50	476,00	478,50	481,00	483,50	415,00	415,00	415,00	415,00	415,00
Coût unitaire	mUSD	3,71	38,71	24,39	16,21	12,17	9,76	5,97	4,64	3,79	3,20	2,78
<b>Bénéfices</b>												
Augmentation par tonne du prix de maïs pour l'alimentation humaine	USD	679,81	67,98	67,98	67,98	67,98	67,98	67,98	67,98	67,98	67,98	67,98
Réduction CO2	Tonne	3 666	133	172	211	250	289	367	445	523	601	679
Recyclage pétroplastique	Tonne	875	87,48	87,48	87,48	87,48	87,48	87,48	87,48	87,48	87,48	87,48
Unités de production de produits BP	Nb	30,00	1,00	1,00	2,00	2,00	3,00	3,00	4,00	4,00	5,00	5,00
Vente de produits BP	Tonne	940,00	34,00	44,00	54,00	64,00	74,00	94,00	114,00	134,00	154,00	174,00
<b>Coûts vs. Bénéfices</b>												
Alimentation humaine		3 798,43 [-]	Unités de production de produits BP				86 073,56 USD/Unité					
Réduction CO2		704,37 USD/Tonne	Vente de produits BP				2 747,03 USD/Tonne					
Recyclage pétroplastique		2 951,77 USD/Tonne										

24 tonnes par an a été tenu compte pour le baseline. C'est la production annuelle actuelle de Gasyplast qui est l'unique fabricant de produits bioplastiques à Madagascar. Le prix de matière première BP importée est de US\$5000 par tonne avec une taxe d'importation de 10%. L'abaissement de 5% indique US\$250 par tonne. Pour faire face à la réparation des pannes, Gasyplast dépense US\$2000 par an pour les pièces détachées. L'abaissement de 5% sur la taxe d'importation représente US\$100 par an.

Les graphiques montrant l'impact et les coûts d'une part et l'impact et les bénéfices d'autre part sont présentés comme suivant.



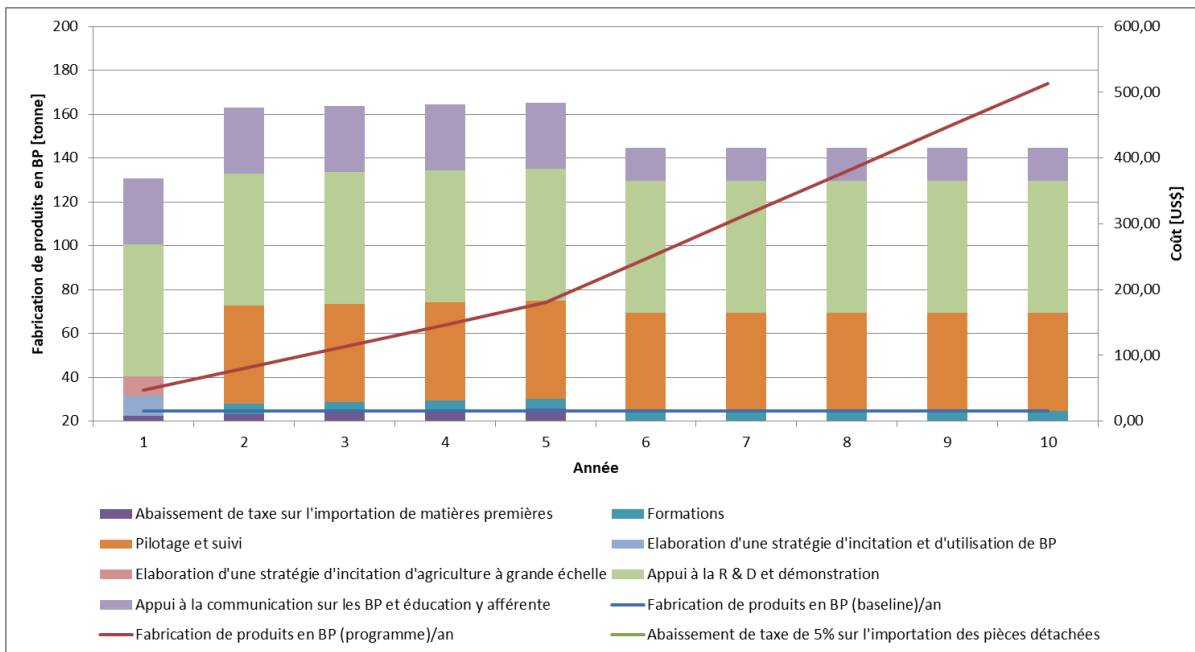


Figure 12: Représentation graphique du programme/baseline et des coûts

Le baseline est de 24 tonnes de bioplastiques par an. Et le programme s'étend sur deux phases : d'année 1 à 5, le programme part de 34 tonnes à 74 tonnes, et d'année 6 à 10, il évolue de 94 à 174 tonnes. Ce programme nécessite l'élaboration de deux stratégies « incitation et utilisation de bioplastiques » et « incitation à l'agriculture à grande échelle ». Leur coût respectif est d'USD30,000.00 au début du programme. Il y a également abaissement des taxes d'importation de matières premières et de pièces détachées. Pour les matières premières le coût s'élève à USD8,500.00 à l'année 1 et croît jusqu'à USD18,500.00 à l'année 5. Pour les pièces détachées, le coût est d'USD10,000.00 par an durant les cinq premières années. La stabilisation du programme nécessite des formations, du pilotage et suivi, d'appui à la R&D et démonstration, d'appui à la communication BP sur les BP et éducation y afférente dont les coûts, s'élèvent respectivement à USD15,000.00 et USD150,000.00 tous les deux par an à partir de l'année 2, USD200,000.00 par an, USD100,000.00 les cinq premières années et USD50,000 les cinq dernières années.

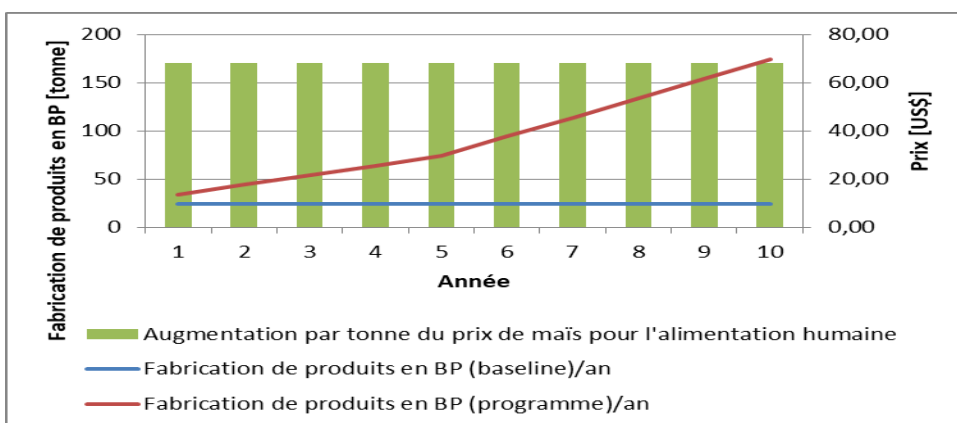


Figure 13: Représentation graphique du programme/baseline et de l'augmentation de prix de maïs

La plus-value de la technologie bioplastique réside en premier lieu sur la stabilisation du prix de la tonne de maïs. Par an, ce prix reste à USD67.98.

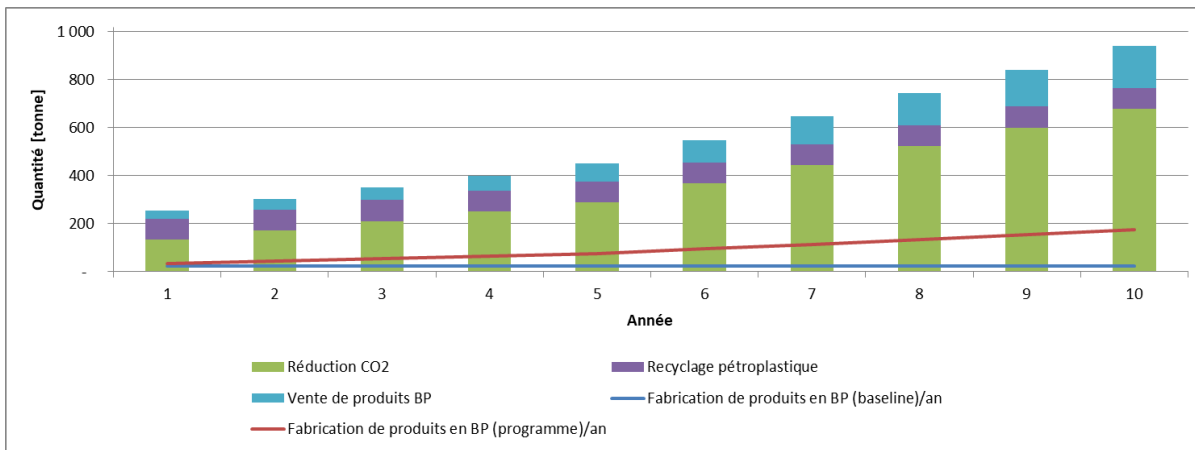


Figure 14: Représentation graphique du programme/baseline et les quantités en jeu

Les ventes de produits fabriqués à partir de bioplastique et la réduction de CO2 sont croissantes mais modérées de l'année 1 à 5. Ces deux variables deviennent importantes à partir de l'année 6. Quant au recyclage pétroplastique, il est constant tout au long de l'année.

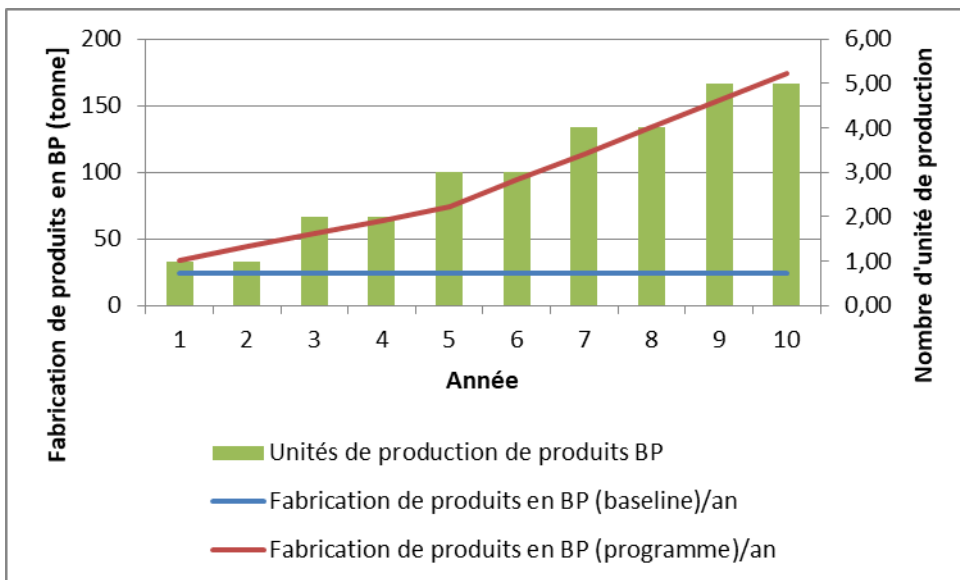


Figure 15: Représentation graphique du programme/baseline et de l'évolution du nombre d'unité de production de BP

L'évolution d'unités de production de produits bioplastiques est constante sur deux années consécutives. Après elle enregistre une augmentation pour retrouver la même constance.

## 2.4. Analyse des barrières et les mesures favorables de la technologie « sciure de bois »

### 2.4.1. Description générale de la technologie « sciure de bois » et objectif visé pour son transfert et sa diffusion

#### Introduction

Comme pour la plupart des matériaux, la création d'objets et d'ouvrages à partir du bois ne peut se faire que par des usinages successifs qui consistent à enlever des matières engendrant des déchets. Face au niveau du contexte de la protection de l'environnement et au même titre que l'ensemble des déchets industriels et ménagers, les déchets des industries de transformation du bois vont devoir être récupérés et valorisés.

#### Caractéristiques technologiques

On définit ces matériaux composites par un assemblage intime d'au moins deux éléments non miscibles à structures différentes dont les qualités individuelles se combinent et se complètent en donnant un matériau hétérogène dont les performances globales sont améliorées.

### Avantages en matière d'atténuation

- Un seul mètre cube de sciure de bois transformé en composite, c'est en moyenne 1 tonne de CO2 en moins dans l'atmosphère

### Avantages potentiels en matière de développement

- Création de valeur dans les déchets industriels
- Création de nouvelle compétence en matière de transformation de déchets industriels (des métiers plus attractifs)

## 2.4.2. Analyse des barrières de la technologie « sciure de bois »

### 2.4.2.1. Barrières économiques et financières

Les barrières économiques et financières sont présentées dans le tableau récapitulatif suivant.

Tableau 30: Les barrières économiques et financières de la technologie "sciure de bois"

N°	BARRIERES	N°	BARRIERES (suite)
a.	Approvisionnement en sciure de bois incertain	f.	Les entreprises espèrent un retour d'investissement rapide
b.	Cherté de produits bois	g.	Réticence sur l'investissement
c.	La faiblesse de la monnaie locale impacte l'importation des pièces détachées	h.	Rupture des approvisionnements en bois sur le marché local
d.	Le rendement économique n'est pas proportionnel aux efforts entrepris	i.	Taxation
e.	Les banques n'accordent pas un financement à long terme		

L'annexe 25 donne une description de chaque barrière.

A partir d'une démarche consensuelle, à chaque barrière a été attribuée une note de 1 à 5. Et le classement de ces barrières économiques et financières est donné par l'histogramme suivant.

## Sciure de Bois

### Classement des Barrières Economiques et Financières sur une échelle 1-5

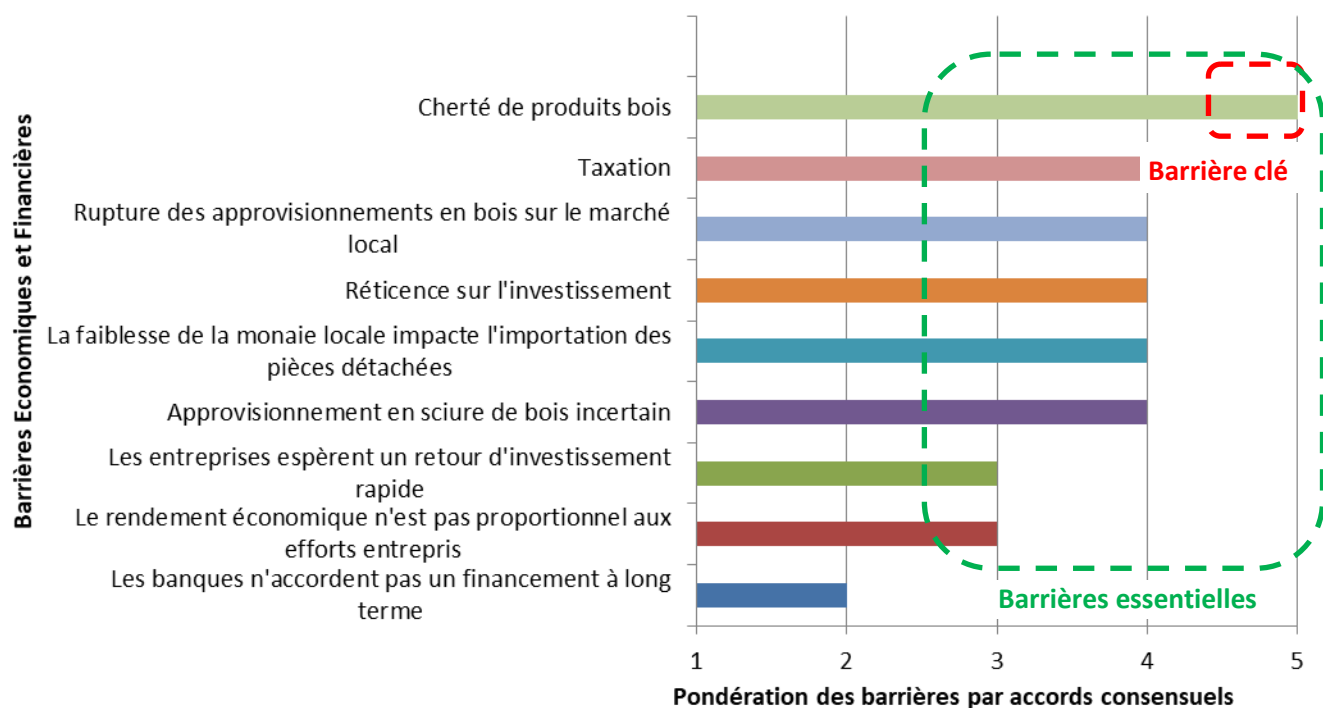


Figure 16 : Classement des barrières économiques et financières de la technologie « sciure de bois »

Il y a une barrière clé « cherté de produits bois ». Et il y a huit barrières essentielles. La décomposition de la barrière clé est présentée en annexe 26.

Les produits de bois sont chers parce-que les intermédiaires sont nombreux et longs. Les routes sont impraticables pendant l'été. La préparation des papiers est longue et difficile. Ensuite les trafiquants sont nombreux. Et enfin, il y a augmentation du coût de carburant. Les causes racines sont : manque d'entretien des routes pendant l'hiver, administration lourde, et l'accès à la forêt non réglementé.

#### 2.4.2.2. Barrières non financières

Les barrières non financières validées lors de l'atelier d'échange sont les suivantes :

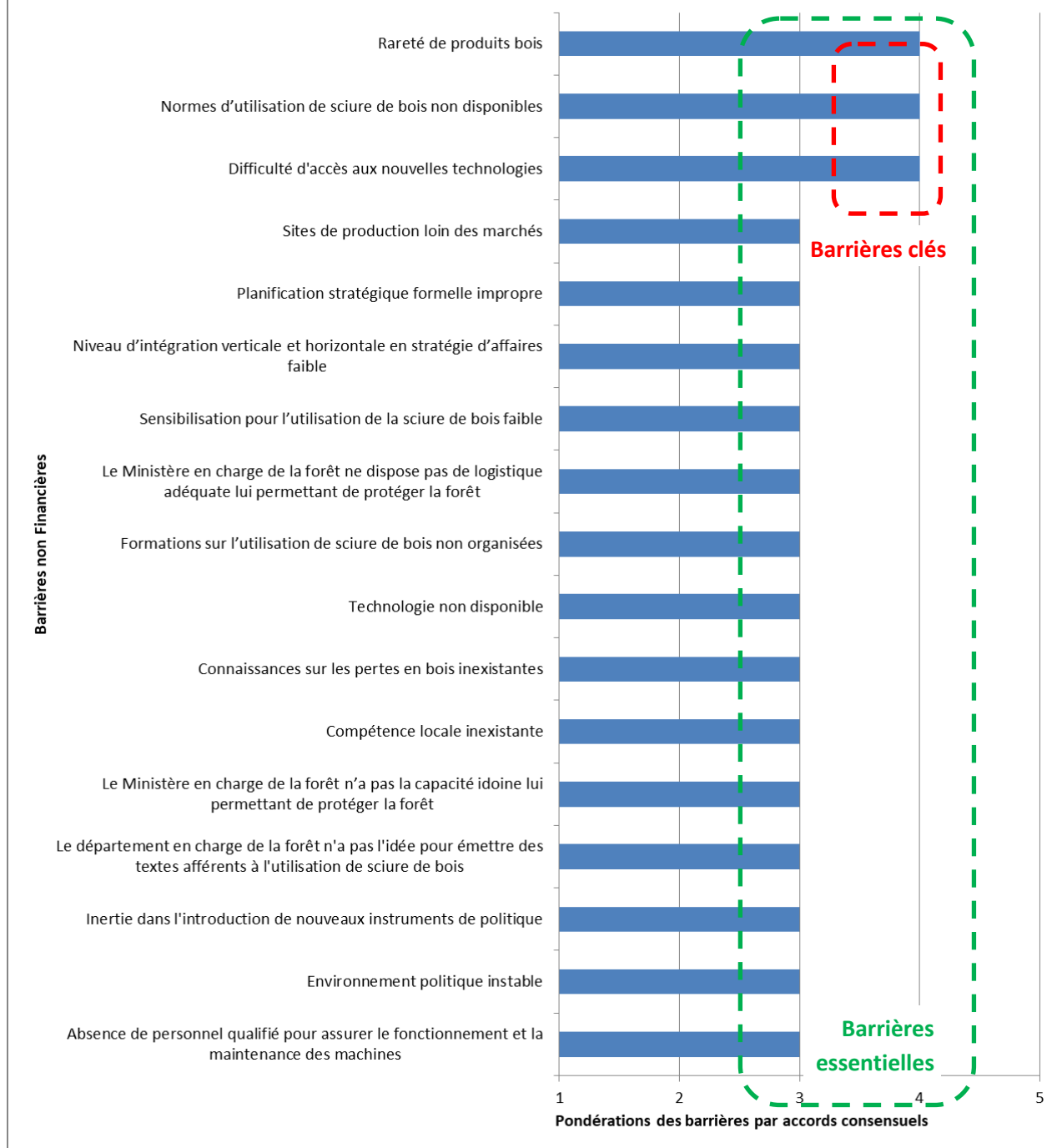
Tableau 31: Les barrières non financières de la technologie "sciure de bois"

N°	BARRIERES	N°	BARRIERES (suite)
a.	Absence de personnel qualifié pour assurer le fonctionnement et la maintenance des machines	n.	Connaissances sur l'utilisation de sciure de bois inexistantes
b.	Difficulté d'accès aux nouvelles technologies	o.	Technologie non disponible
c.	Environnement institutionnel changeant	p.	Formations sur l'utilisation de sciure de bois non organisées
d.	Environnement politique instable	q.	Le Ministère en charge de la forêt ne dispose pas de logistique adéquate lui permettant de protéger la forêt

e.	Equipement obsolète	r.	Normes d'utilisation de sciure de bois non disponibles
f.	Faible exposition de business skills	s.	Effectif de personnel qualifié à tous les niveaux insuffisant
g.	Hétérogénéité d'espèces de bois	t.	Sensibilisation pour l'utilisation de la sciure de bois faible
h.	Inertie dans l'introduction de nouveaux instruments de politique	u.	Niveau d'intégration verticale et horizontale en stratégie d'affaires faible
i.	Le département en charge de la forêt n'a pas l'idée pour émettre des textes afférents à l'utilisation de sciure de bois	v.	Planification stratégique formelle impropre
j.	La pratique de management de forêt durable n'est pas adoptée	w.	Problème d'espèces moins connus en implémentation de plan de management de forêt durable
k.	Le Ministère en charge de la forêt n'a pas la capacité idoine lui permettant de protéger la forêt	x.	Rareté de produits bois
l.	Compétence locale inexistante	y.	Sites de production loin des marchés
m.	Connaissances sur les pertes en bois inexistantes		

La description de chacune des barrières est présentée en annexe 27. Et le classement de ces barrières non financières est donné par la figure suivante. Celle-ci a été obtenue après avoir attribué une note allant de 1 à 5, d'une manière consensuelle, à chaque barrière.

## Sciure de Bois Classement des Barrières non Financières sur une échelle 1-5



**Figure 17 : Classement des barrières non financières de la technologie « sciure de bois »**

Le processus a permis d'identifier trois barrières clés « rareté de produits bois », « normes d'utilisation de sciure de bois non disponibles » et « difficulté d'accès aux nouvelles technologies ». Et les barrières essentielles, dont le score est supérieur ou égale à 3, sont au nombre de dix-sept.

Deux barrières clés « normes d'utilisation de sciure de bois non disponibles » et « difficulté d'accès aux nouvelles technologies » peuvent être rassemblées sous une barrière « utilisation de sciure de bois non vulgarisée ». Et les décompositions de la première barrière clé et celle rassemblée donnent les arborescences présentées en annexes 28 et 29.

Les causes de la barrière « rareté des produits de bois » sont : intermédiaires nombreux et longs, routes impraticables pendant l'été, préparation des papiers longue et difficile, brûlure fréquente des forêts, et coût de transport élevé. Et les causes racines de la barrière clé « rareté des produits de bois » sont d'un côté manque d'entretien des routes pendant l'hiver et de l'autre côté administration est lourde.

Et pour le groupe de barrières clé « utilisation de sciure de bois non vulgarisée » les causes sont : manque de normes d'utilisation, difficulté d'accès aux nouvelles technologies, recherche sur l'utilisation de la sciure de bois non diffusée, la sciure de bois n'intéresse pas la grande masse, et la vulgarisation coûteuse. Le manque de normes d'utilisation est dû au manque de technicien formé sur les normes d'utilisation et à la méconnaissance des normes. Et la cause de difficulté d'accès aux nouvelles technologies est que les technologies nouvelles sont coûteuses. Quant à la recherche sur l'utilisation de la sciure de bois non diffusée, la cause est que la structure de partage de connaissance sur la sciure de bois est inexistante. Enfin, la vulgarisation est coûteuse car la fabrication de la technologie appropriée n'est pas soutenue.

### 2.4.3. Mesures identifiées

#### 2.4.3.1. Mesures économiques et financières

La hiérarchisation des barrières essentielles économiques et financières est présentée par l'arbre dans l'annexe 30. Et les mesures identifiées, pour avoir un arbre de solutions (voir annexe 31), sont : « durabiliser l'exploitation forestière contre reboisement » et « faciliter l'investissement ». L'étude ne peut pas se permettre d'avancer quelque mesure pour le délestage qui est un problème commun au secteur industriel à Madagascar.

La première et la deuxième mesure concernent respectivement l'annulation de taxe de coupe si avant exploitation l'opérateur plante des arbres au même nombre que les arbres à couper et la réduction du taux bancaire de 1,5% durant 5 ans. Avec telles mesures, les bénéfices obtenus sont : la création d'emplois et la réduction d'émission de CO2.

#### 2.4.3.2. Mesures non financières

La hiérarchisation des barrières essentielles non financières est visible en annexe 32. Et les mesures non financières identifiées, dont l'arborescence de solutions est présentée en annexe 33, sont : « faciliter la fabrication de technologie », « appui institutionnel en élaboration des instruments sur la sciure de bois » et « former sur les normes d'utilisation de sciure de bois ». Et les bénéfices seront « emplois créés » et « le Ministère en charge de la forêt dispose de capacité pour protéger la forêt ».

Les mesures, ci-dessus, ont fait l'objet d'évaluation économique. Et le tableau suivant a été obtenu :

**Tableau 32: Evaluation des mesures «économique et financière» et «non financières» pour Sciure de bois**

MESURES ECONOMIQUES ET FINANCIERES

**Durabiliser l'exploitation forestière contre reboisement**

- annulation de taxe de coupe si avant exploitation l'opérateur plante des arbres au même nombre que les arbres à couper

**Faciliter l'investissement**

- réduction du taux bancaire de 1,5% durant 5 ans

Taxe de coupe	0,3 USD/(arbre ou chevron ou traverse)
Taux d'intérêt	15%
Réduction de CO2	1 Tonne/m3 de composite
Composite	0,8 m3/Tonne de bois
Poids d'un chevron ou traverse	0,1 Tonne
Investissement nécessaire	592 USD/m <sup>3</sup> de composite

MESURES NON FINANCIERES

**Faciliter la fabrication de technologie**

**Appui institutionnel en élaboration des instruments sur la sciure de bois**

**Former sur les normes d'utilisation de sciure de bois**

Coût de fabrication d'une machine 1 500 USD/Machine

Désignation	Unités	Total sur 10 ans	An 1	An 2	An 3	An 4	An 5	An 6	An 7	An 8	An 9	An 10
<b>Impact</b>												
Production de composite de sciure de bois et ciment (baseline)/an	m <sup>3</sup>	500	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Production de composite de sciure de bois et ciment (programme)/an	m <sup>3</sup>	190 000	10 000	12 000	14 000	16 000	18 000	20 000	22 000	24 000	26 000	28 000
Impact de fabrication/an	m <sup>3</sup>	189 500	9 950	11 950	13 950	15 950	17 950	19 950	21 950	23 950	25 950	27 950
<b>Coûts du programme</b>												
VAN												
Annulation de taxe de coupe contre reboisement	mUSD	315,55	37,50	45,00	52,50	60,00	67,50	75,00	82,50	90,00	97,50	105,00
Réduction de taux d'intérêt bancaire	mUSD	400,24	88,80	106,56	124,32	142,08	159,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Facilitation de la fabrication de technologie	mUSD	2 010,00	75,00	105,00	135,00	165,00	180,00	210,00	240,00	270,00	300,00	330,00
Appui institutionnel en élaboration des instruments sur la sciure de bois	mUSD	50,00	50,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Formation	mUSD	135,00	0,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
Coût total du programme (VAN)	mUSD	1 674,84	251,30	271,56	326,82	382,08	422,34	300,00	337,50	375,00	412,50	450,00
Coût unitaire	USD/m <sup>3</sup>	8,81	25,13	22,63	23,34	23,88	23,46	15,00	15,34	15,63	15,87	16,07
<b>Bénéfices</b>												
Emplois créés	Nb	5 360	200	280	360	440	480	560	640	720	800	880
Réduction CO2	Tonne	190 000	10 000	12 000	14 000	16 000	18 000	20 000	22 000	24 000	26 000	28 000
Forêts protégées	Ha	2 000	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
<b>Coûts vs. Bénéfices</b>												
Emplois		312,47 USD/emploi						Protection de forêt	837,41961 USD/Ha			
Réduction CO2		8,81 USD/Tonne										

Le baseline, de 50 tonnes par an, est la production actuelle de la PANOMAD, une usine utilisant la sciure de bois et basée à Moramanga, Province de Toamasina. Et pour le programme, on part d'une hypothèse de la Food and Agricultural Organization ou FAO pour Madagascar qui est de 10 000 tonnes par an. L'annulation de taxe de coupe est obtenue en convertissant le programme en tonnage de bois puis en chevron, et en multipliant le résultat par la taxe par chevron. La réduction de taux d'intérêt bancaire est calculée par 1.5% multiplié par l'investissement nécessaire, selon la FAO, et en multipliant ce produit par le programme. Pour faire le programme, outre la capacité de production de la PANOMAD de 5000 tonnes par an, il est prévu de faciliter la fabrication de technologie par le montage des petites unités de production, partant de 50 unités avec une croissance de 20 unités par an (voir figure 18). Cette facilitation de technologie est obtenue en multipliant le nombre d'unités par le coût de fabrication d'une machine.

Sachant, qu'une machine emploi en moyenne 4 personnes, la première année verra l'emploi de 200 personnes (voir figure 19).

Les courbes suivantes représentent les articulations entre l'impact et les coûts, l'impact et chacun des postes des bénéfices.



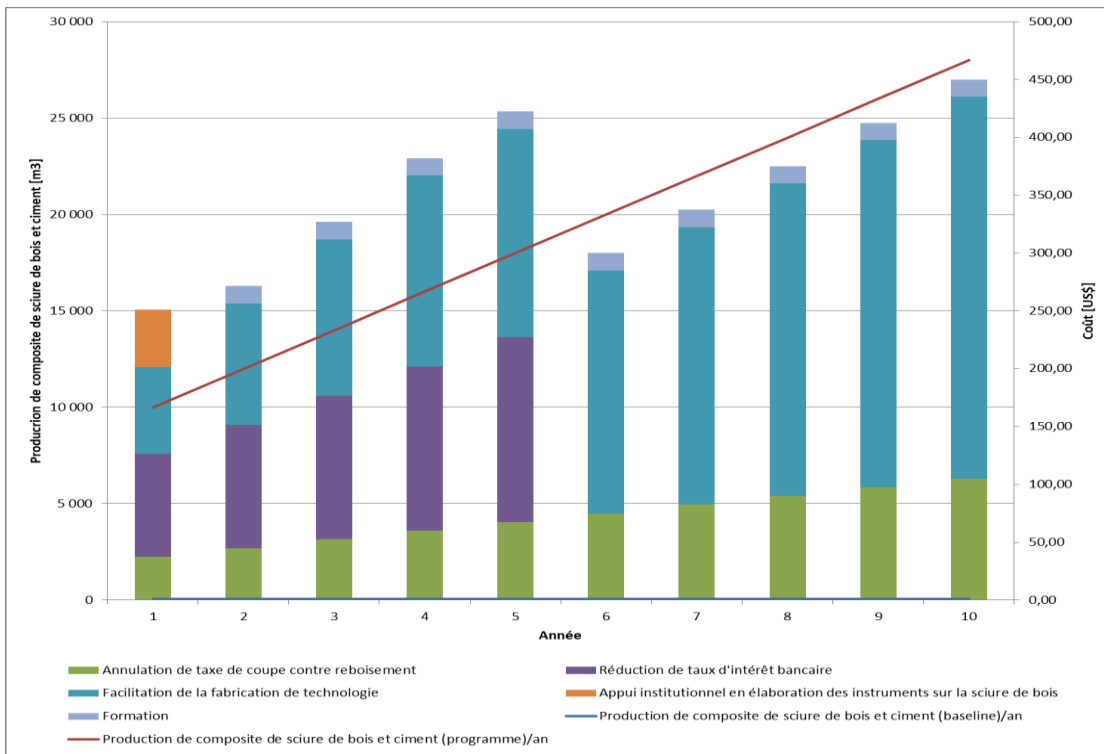


Figure 18: Représentation graphique du programme/baseline et des coûts

Le baseline est très faible, 50 m3 de composite de sciure de bois et ciment par an. Le programme est de 10.000 m3 au début et enregistre une croissance annuelle de 2.000 m3. Les coûts nécessaires sont : appui institutionnel à USD50,000.00 à l'année 1, annulation de taxe de coupe contre reboisement croissante, réduction du taux d'intérêt bancaire sur les cinq premières années, facilitation de la fabrication de la technologie à USD75,000.00 la première année.

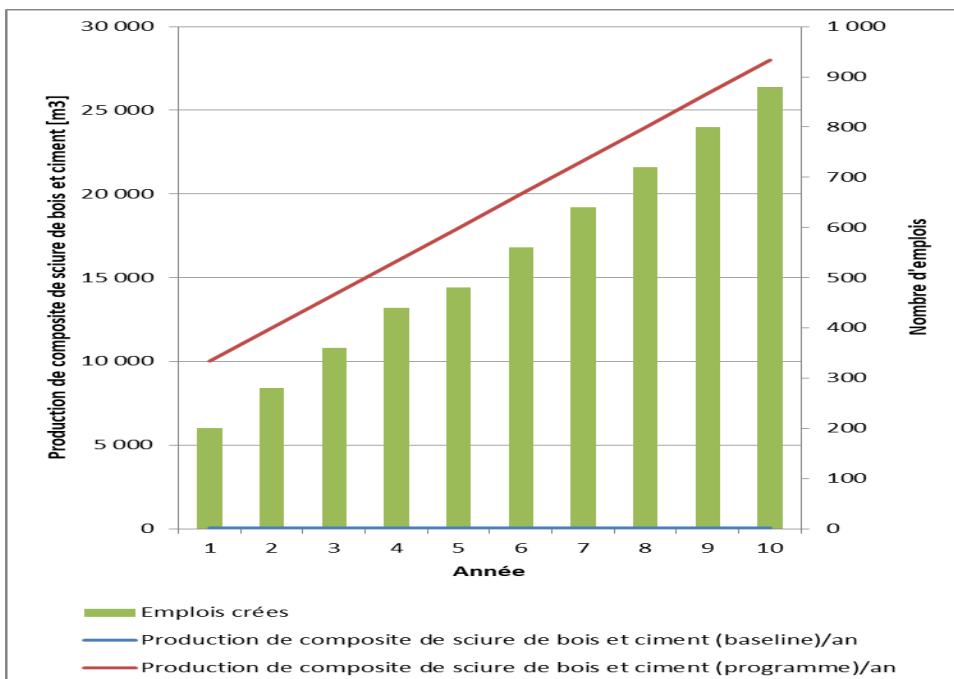


Figure 19: Représentation graphique du programme/baseline et emplois créés

L'allure de la variable « emplois créés » suit proportionnellement l'allure du programme.

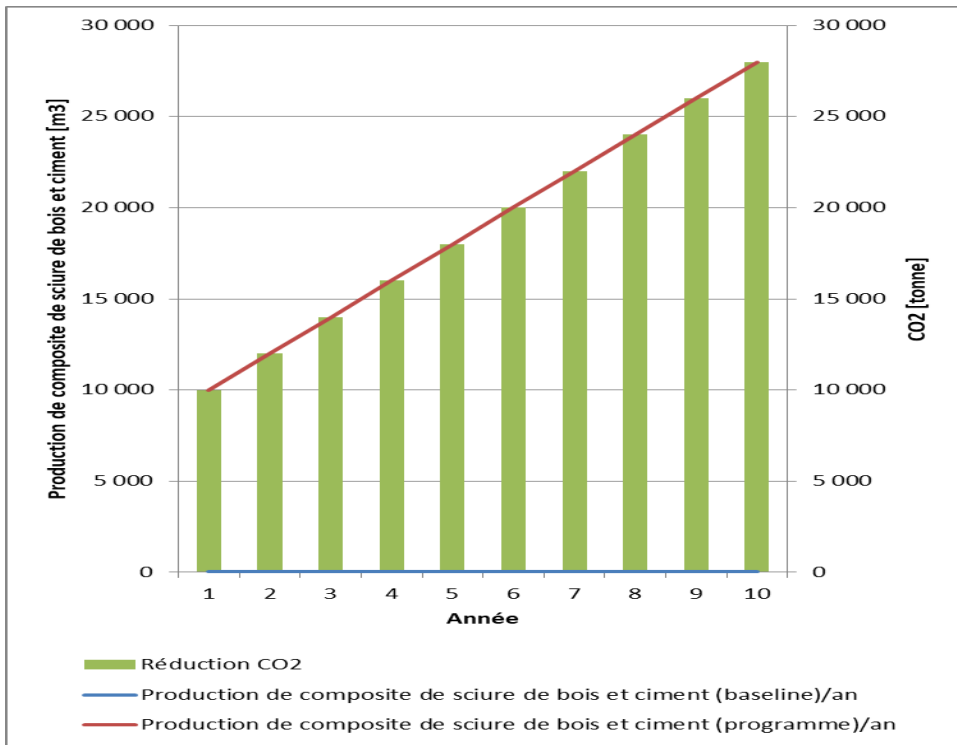


Figure 20: Représentation graphique du programme/baseline et réduction d'émission de CO2

La variation de la réduction de CO2 suit celle du programme.

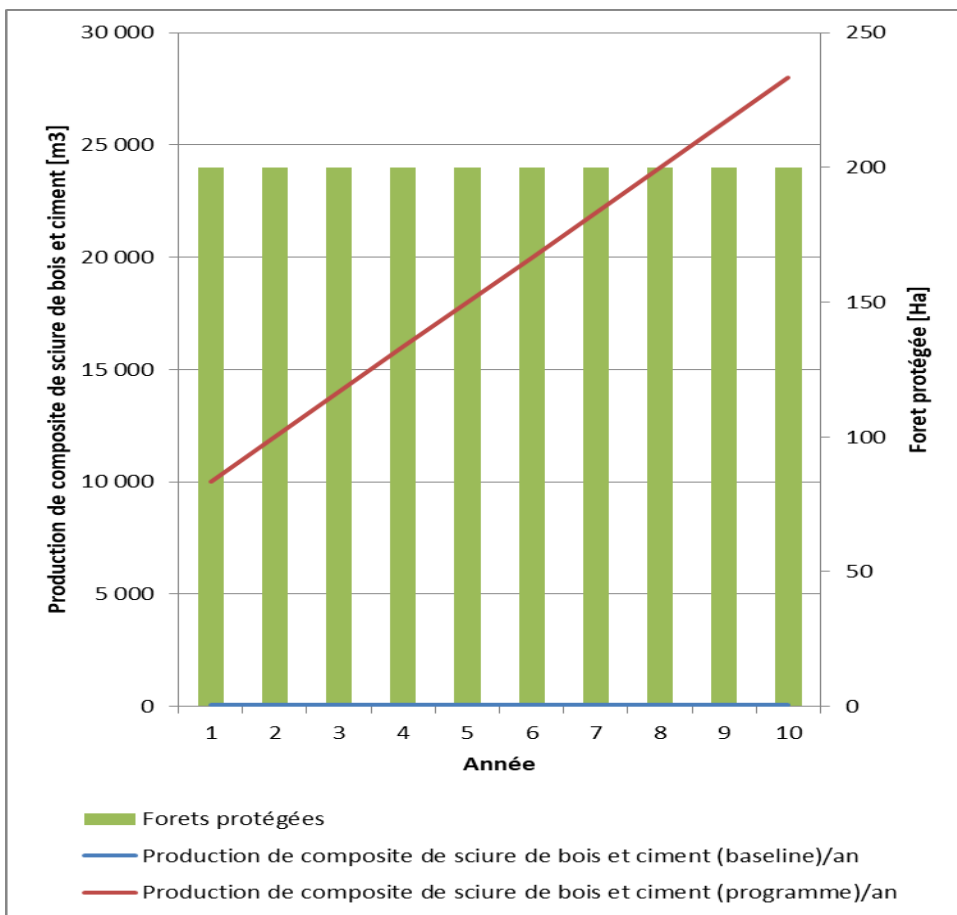


Figure 21: Représentation graphique du programme/baseline et forêt protégée

Par an, il y a 200 Ha de forêts protégées.

## 2.5. Interrelations entre les barrières identifiées

Le diagramme d'interrelations a été utilisé pour analyser les interrelations entre les barrières identifiées. C'est un diagramme sagittal permettant d'établir un lien de cause à effet entre deux barrières. Le nombre de flèches entrant et sortant a été compté : E est le nombre de flèches entrants et S est le nombre de flèches sortants. Une barrière est motrice quand  $S > E$  et une barrière freine quand  $E > S$ . Pour chaque technologie, les barrières racines de l'arborescence des barrières essentielles ont été listées. Et la relation de cause à effet a été établie et a permis d'établir le diagramme présenté en annexe 34. Et le comptage a permis d'obtenir le tableau suivant :

**Tableau 33: Interrelations entre les barrières essentielles des trois technologies**

BARRIERES ESSENTIELLES	ENTREE	SORTIE	REMARQUES
Transfert de technologies coûteux en temps et en argent	3	1	Barrière qui freine
Concurrence avec les autres matériaux	5	0	Barrière qui freine
Investissement élevé	4	2	Barrière qui freine
Coûts fixes élevés	1	2	
Coût d'exploitation élevé	7	0	Barrière qui freine
Capacité de production insuffisante	1	3	<b>Barrière motrice</b>
Manque de monitoring et politique/mécanisme d'implémentation	1	2	
Manque de dissémination de Recherche et Développement	1	6	<b>Barrière motrice</b>
Réticence des consommateurs	3	0	Barrière qui freine
Taxation	0	4	<b>Barrière motrice</b>
Manque de capacité et logistique du Ministère	0	5	<b>Barrière motrice</b>
Matières premières rares	0	5	<b>Barrière motrice</b>
Manque de connaissances sur les matières premières	3	1	Barrière qui freine
Sites de production loin des marchés	0	3	<b>Barrière motrice</b>
Le rendement économique n'est pas proportionnel aux efforts entrepris	4	0	Barrière qui freine
Les entreprises espèrent un retour d'investissement rapide	3	1	Barrière qui freine
Environnement politique instable	0	2	<b>Barrière motrice</b>
Le département ministériel n'a pas l'idée pour émettre des textes afférents à	4	0	Barrière qui freine
Formation sur l'utilisation des matières premières inexistante	2	1	
Normes d'utilisation des matières premières indisponibles	3	3	

Il y a 7 barrières motrices et 9 barrières qui freinent. Si les barrières motrices sont résolues alors les barrières qui freinent les seront également par conséquent. Quelques barrières motrices sont communes aux trois technologies : Capacité de production insuffisante, Manque de dissémination de Recherche et Développement, Manque de capacité et logistique du Ministère, Taxation, Manque de capacité et logistique du Ministère, et Matières premières rares.

## 2.6. Cadres favorables pour surmonter les barrières du Secteur Industrie

Les cadres favorables sont présentés dans le tableau suivant.

CADRES FAVORABLES	ASPECTS
PLAN NATIONAL DE DEVELOPPEMENT OU PND <i>Axe 5: « Valorisation du Capital naturel et renforcement de la résilience aux risques de catastrophes »</i>	L'Axe 5 met l'accent sur la mise en place d'un dispositif et de stratégies appropriés et bien ciblés capables de préserver le capital naturel, de réduire les effets négatifs du changement climatique et de renforcer la résilience des populations et des territoires concernés. Une des priorités sera également l'intégration du capital naturel dans le processus de planification du développement économique et social et du système de la comptabilité nationale. Les deux (02) objectifs spécifiques visés par l'Axe 5 consistent à : - Assurer l'articulation ressources naturelles

	<p>et développement économiques ;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Protéger, conserver et utiliser durablement le capital naturel et les écosystèmes</li> </ul> <p>Le programme de TNA y retrouve une fondation pour bâtir les projets y afférents.</p>
<p>DOCUMENT DE POLITIQUE INDUSTRIELLE DE MADAGASCAR 2014</p> <p>Les grandes orientations de la politique industrielle sont :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mesures d'appuis pour la relance à court terme du secteur industriel</li> <li>2. Amélioration de l'environnement des industries Malagasy</li> <li>3. Mise à niveau des industries existantes</li> <li>4. Promotion de l'industrialisation rurale et régionale</li> <li>5. Pilotage proactif de la transformation d'industrie vers une industrie technologique à plus haute valeur ajoutée</li> </ol>	<p>A partir de ce document de politique, les résultats du présent rapport peuvent être alignés ou ramenés dans les grandes orientations de la politique industrielle. En effet :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- L'unité de bioplastique actuelle ou les autres prévues à être montées rentrent dans le cadre du point 1, mais peut être aussi dans le point 3</li> <li>- Les unités de valorisation de sciure de bois cadrent bien dans le point 4 dans la mesure où les grands centres de production de sciure de bois se trouvent dans les régions</li> <li>- L'Holcim qui est concerné par les cendres volantes est ciblé par le point 3</li> </ul> <p>Le document de politique constitue un cadre favorable pour mettre en œuvre les technologies dont les barrières ont fait l'objet d'étude.</p>
<p>LA STRATEGIE NATIONALE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE A MADAGASCAR</p> <p>La Stratégie Nationale de la Recherche Scientifique à Madagascar consiste à jeter les bases d'un Développement dynamisé par la Science et dans lesquelles il nous faudra renforcer davantage les alliances entre Savoirs et Application, entre Recherche et Production.</p> <p>Ce document de référence revêt une importance particulière car il donne les orientations pour les années à venir, visant à asseoir la recherche scientifique dans le paysage du développement durable.</p>	<p>Il est vrai que les trois technologies, ayant fait l'objet d'étude dans ce rapport, sont dans la ligne de mire de la recherche actuellement. Donc les innovations qui ont été mises en évidence rentrent bien dans le cadre de la Stratégie Nationale de la Recherche Scientifique. Les trois technologies sont alignées dans la Stratégie en question.</p>
<p>CNRIT OU CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES INDUSTRIELLES ET TECHNOLOGIQUES</p> <p>Le Centre National de Recherche Industrielle et Technologique réalise de la Recherche et Développement dans le domaine de l'agriculture (et autre : Technologie, Recherche Appliquée, Chimie, Energie, Matériaux de Construction). Diffuse les résultats de recherche à travers des émissions Radio, TV (film).</p> <p>Le CNRIT a pour mandat de prendre part à l'élaboration des politiques nationales relatives au développement industriel et agro-industriel et de les mettre en œuvre.</p> <p>Dans le domaine de l'agriculture, de l'énergie et</p>	<p>Mais le CNRIT a aussi une longueur d'avance en matière de valorisation de sciure de bois. Cette valorisation concerne la fabrication de composite de sciure de bois avec du ciment.</p> <p>Le CNRIT est un cadre favorable pour l'innovation et la mise en œuvre en matière de sciure de bois.</p>

<p>de l'environnement, le CNRIT travaille sur : Engrais Bio, essai sur culture de maïs, Energie renouvelable, Séchoir solaire, Transformation et traitement de déchets de litchis, Valorisation de l'alcool de canne et de fruit pour la fabrication de biocarburant, Valorisation du jatropha en savons de ménage, en bougie d'éclairage, en engrais organique et en combustibles ménagers, Essai du biocarburant de jatropha sur motoculteur, Amélioration du toaka gasy de la Région d'Amoron'i Mania pour la production de Bio Ethanol, Valorisation des résidus bio compost, Biodigesteur (Biogaz)</p>	
<p>CATI OU CENTRE D'APPUI A LA TECHNOLOGIE ET A L'INNOVATION A MADAGASCAR</p> <p>Le projet CATI Madagascar vise à stimuler l'innovation et, partant, la croissance économique à Madagascar, en facilitant l'accès à l'information technologique et en renforçant la capacité du pays à exploiter efficacement ces informations issues de différentes bases de données</p>	<p>Dans les barrières identifiées, il a été fréquemment soulevé que :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Il y a manque de connaissances,</li> <li>- Technologie non maîtrisée,</li> <li>- Savoir-faire en matière d'utilisation.</li> </ul> <p>Le CATI, à ces points spécifiques, constitue un cadre favorable dans la mesure où les bases de données qu'il met à la disposition des chercheurs et producteurs permettent d'apporter des éclairages pratiques et déterminants.</p>
<p>DECRET N°2014-1587</p> <p>Portant interdiction de la production, de l'importation, de la commercialisation et de l'utilisation des sachets et des sacs plastiques, d'épaisseur inférieure ou égale à 50 microns, sur le territoire national Malagasy</p>	<p>Ce Décret est un cadre favorable pour le bioplastique. Il promeut le lacement de bioplastique.</p>
<p>LOI SUR LE DEVELOPPEMENT INDUSTRIEL</p> <p>Une Loi récente qui est un instrument déterminant pour la facilitation de développement industriel</p>	<p>Cette Loi est un cadre favorable aux trois technologies.</p>
<p>CONCURRENCE ENTRE BANQUES</p> <p>Il y a trois banques, à Madagascar, qui sont en concurrence sur le marché de prêt bancaire : Banque Nationale pour l'Industrie-Crédit Agricole, Banky Fampandrosoana ny Varotra-Société Générale, Banque Malagasy de l'Océan Indien-Paribas. Elles offrent des taux d'intérêt compétitif pour les grandes entreprises, moyennes entreprises et petites entreprises</p>	<p>Cette concurrence est un cadre favorable pour les prêts pour une réponse aux mesures économiques et financières.</p>

## CONCLUSION

La présente deuxième étape du projet EBT consiste à identifier, analyser les barrières au transfert et/ou à la diffusion de trois technologies prioritaires du secteur énergie et trois autres du secteur industrie. Ensuite, un processus a été adopté pour proposer des mesures pour faciliter ce transfert et diffusion.

L'identification et le classement des barrières, l'identification des barrières essentielles et clés, et la détermination des mesures pour surmonter les barrières au développement de chacune des technologies, ont été réalisées selon le processus participatif. L'analyse des barrières a été menée selon la méthode présentée au cours des ateliers régionaux de renforcement des capacités, et conforme au guide UNEP-DTU « Surmonter les barrières au transfert et à la diffusion des technologies dans le secteur du Climat : seconde édition » 2015. Les outils utilisés pour cette analyse de barrières ont été l'ALP, l'Analyse de causalité des barrières clés et la cartographie de marché. Les parties prenantes ont participé effectivement à la réalisation et la bonne fin des tâches, par les différentes réunions et entretiens ainsi que par les échanges de correspondances organisés et effectués.

Pour le secteur énergie, le développement des trois technologies contribue à l'atteinte de la part de l'hydroélectricité à 75% dans la production d'électricité en 2030 et la réduction importante de la consommation d'électricité pour l'éclairage dans les ménages. Il correspond en conséquence, aux actions prioritaires pour le développement soutenu de Madagascar. Quant au secteur industrie, le déploiement des trois technologies soutient un développement durable qui crée des emplois, améliore le bonheur des populations en termes d'environnement, et améliore d'une manière générale les conditions de vie de ces populations.

Cette deuxième étape de l'EBT sera complétée par l'élaboration d'un Plan d'Actions Technologiques (PAT) objet de la troisième étape qui clôture le projet. Cette troisième étape corrobore le processus dans son côté pragmatique.

## BIBLIOGRAPHIE

### Secteur énergie

<sup>1</sup>Ministère de l'Énergie et des Hydrocarbures – Septembre 2015 - Lettre de politique de l'énergie de Madagascar 2015-2030 –

<sup>2</sup>Boubacar FALL – Présentation : Identification et analyse des barrières/Processus et outils slide 6 – 4 sélection des barrières – 2<sup>e</sup> Atelier régional de renforcement des capacités – Groupe francophone pays africains – 23 – 26 Février 2016 Hôtel Filaos, Saly Sénégal

<sup>3</sup>Ivan Nygaard et Ulrich Elmer Hansen – 2015 – Surmonter les barrières au transfert et à la diffusion des technologies dans le secteur du Climat : seconde édition

<sup>4</sup>SOGREAH/EDF/SOMEAH – Ministère de l'Énergie – Décembre 2009 - Etude de pré faisabilité d'un grand aménagement hydroélectrique pour les réseaux interconnectés à Madagascar – (pages 95, 106)

<sup>5</sup>ARTELIA/EDF/SOMEAH – Ministère de l'Énergie – AVRIL 2013 - Etude de pré faisabilité d'Antetazambato –

<sup>6</sup>Plans indicatifs ORE – Site Wb 2013\_UTI

<sup>7</sup>Diagnostic du secteur énergie - septembre 2012 – WWF – Ministère de l'Énergie - Madagascar

<sup>8</sup>Ministère de l'Énergie et des Hydrocarbures – Août 2015 - Document d'Etude de la Politique et Stratégie de l'Énergie (pages 69 et 70)

<sup>9</sup>Evaluation des Besoins Technologiques et Plans d'Actions Technologiques pour l'Atténuation des Changements Climatiques – Ministère de l'Équipement et de l'Aménagement du Territoire – Agence Nationale de la Météorologie – République de Mali – Septembre 2012

<sup>10</sup>Avantage de la Technologie d'Echange LED Chrono HTML Document

### Secteur Industrie

#### BIOPLASTIQUES

Agriculture and Agri-Food Canada (2002). Strategic Market Management System for Bioplastics, [http://www.agr.gc.ca/misb/spcrops/sc-cs\\_e.php?page=bioplastics-bioplastiques](http://www.agr.gc.ca/misb/spcrops/sc-cs_e.php?page=bioplastics-bioplastiques)

Assessing their environmental effects, barriers & opportunities, (2008), <http://www.ecolateral.org/bioplasticswrap0909.pdf>

Association of Plastic Manufacturers in Europe (2003) *Annual Report*, [http://www.apme.org/dashboard/business\\_layer/template.asp?url=http://www.apme.org/media/Public\\_documents/20030617\\_120738/AnnualReport.pdf](http://www.apme.org/dashboard/business_layer/template.asp?url=http://www.apme.org/media/Public_documents/20030617_120738/AnnualReport.pdf)

Barke M. and Safford R., (2009), "Industrial uses for crops: markets for bioplastics", Project Report No. 450

Bhattacharai S., Bhattacharai N., Yi N., Hwang P., (2004), "Novel biodegradable electrospun membrane scaffold for tissue engineering". *Biomaterials*, 25, 2595–2602.

Biodegradable polymers (2012). A global strategic business report, ([www.strategyr.com](http://www.strategyr.com))

Bioplastiques Biodégradables, Compostables et Biosourcés pour les Emballages Alimentaires, Distinctions Subtiles mais Significatives (2012), [https://www.usherbrooke.ca/environnement/fileadmin/sites/environnement/documents/Essais2012/Lapointe\\_R\\_06-09-2012\\_.pdf](https://www.usherbrooke.ca/environnement/fileadmin/sites/environnement/documents/Essais2012/Lapointe_R_06-09-2012_.pdf)

Bioplastiques : Définitions, Normes, Possibilités d'Application, Impact sur l'Environnement (2012) [http://guidedesachatsdurables.be/sites/default/files/file/Etude%20Bioplastics\\_VITO\\_012012\\_FR.pdf](http://guidedesachatsdurables.be/sites/default/files/file/Etude%20Bioplastics_VITO_012012_FR.pdf)

Canadian Agri-Food Research Council (2003). *"An Assessment of the Opportunities and Challenges for a Bio-based Economy"*, Ottawa, <http://www.carccrac.ca/common/Position%20Paper%20Opportunities%20and%20Challenges%20of%20a%20Bio-Based%20Economy.pdf>

Chodák I, Alexy P, Bakoš D., (2013), "Case Study 4: Packagings for Eggs Made From BDPS", 3<sup>rd</sup> International PLASTiCE Conference

De Wilde B., (2013), « Experiences on 20 Years of Biopolymer Testing and Certification: Challenges and New Developments », 3<sup>rd</sup> International PLASTiCE Conference

Gregori G., (2013), "Bioplastics Driver for Local Growth", 3<sup>rd</sup> International PLASTiCE Conference

Guixin S., Qing S, Changyong W., Ning L., (2002), "Fabrication and biocompatibility of cell scaffolds of poly(L-lactic acid) and poly(L-lactic-co-glycolic acid). Polym". Adv. Technol., 13, 227–232. [https://www.usherbrooke.ca/environnement/fileadmin/sites/environnement/documents/Essais2012/Lapointe\\_R\\_06-09-2012\\_.pdf](https://www.usherbrooke.ca/environnement/fileadmin/sites/environnement/documents/Essais2012/Lapointe_R_06-09-2012_.pdf)

Infant Industries Accessing Global Markets: Strategic Risks and Potential Trade Barriers in Bioplastic (2005), [http://businessperspectives.org/journals\\_free/im/2005/IM\\_2005\\_02\\_Rudge.pdf](http://businessperspectives.org/journals_free/im/2005/IM_2005_02_Rudge.pdf)

Kowalczyk M. (2013), « A Prosperous Future For Environmental Biodegradable Plastics In Central Europe : From Science to Innovation in the Value Chain", 3<sup>rd</sup> International PLASTiCE Conference

Kweon H., Yoo M., Park I., Kim T., Lee H., (2003), "A novel degradable poly-caprolactone networks for tissue engineering". Biomaterials, 24, 801–808.

Les bioplastiques (2013), <http://www.elipso.org/downloads/futurs5defweb.pdf>

Les bioplastiques : une solution pour les entreprises ? (2011), <http://www.agrion.org/reports/pdf/fr/390.pdf>

Lindner S., (2013), "Bio-Based and Biodegradable Plastics – New Members of the Plastics Family", 3<sup>rd</sup> International PLASTiCE Conference

Miertus S., (2013), « International Dissemination Network of Plastics Project. The Results and Way Forward", 3<sup>rd</sup> International PLASTiCE Conference

Mori M., (2013), « Life Cycle Assessment of Supermarket Carrier Bags and Challenges of Bioplastics", 3<sup>rd</sup> International PLASTiCE Conference

Navard P. and Lefevre T., (2011), « Les bioplastiques : une solution pour les entreprises ? ». Global Network for Energy



Quynh P., Upma S., Antonios G., (2006), "Electrospun poly(e-caprolactone) microfiber and multi-layer nanofiber/microfiber scaffolds: characterization of scaffolds and measurement of cellular infiltration". *Biomacromolecules*, 7, 2796–2805.

Rudge J., Hobbs J., Kerr W., (2005), "Infant Industries Accessing Global Markets: Strategic Risks and Potential Trade Barriers in Bioplastics", *Innovative Marketing*, Volume 1, Issue 2

Sahl M., (2013), « Certification of "Biopolymers", 3<sup>rd</sup> International PLASTiCE Conference

Scandola M. (2013), "Bio-based Monomers and Polymers: a Route to Sustainable Plastics?", 3<sup>rd</sup> International PLASTiCE Conference

Shen, L; Worrell E and Patel M.K (2010), "Biofuels, Bioproducts and Biorefining", Volume: 4, Issue: 1

Sikorska W., Musioł M., Adamus G., Kowalczyk M., Rydz J., Sobota M., (2013), « Systemic Approach for Sustainable Production For Bioplastics – Composting", 3<sup>rd</sup> International PLASTiCE Conference

Şimşek M., Karakeçili A., Çapkın M., Gümüşderelioğlu M., (2012), "Chitosan and polycaprolactone membranes patterned via electrospinning: effect of underlying chemistry and pattern characteristics on epithelial/fibroblastic cell behavior". *J. Biomed. Mater. Res. Part A*, 100, 3332–3343.

Smith L., (2004), "Nano-fibrous scaffolds for tissue engineering. *Colloids and Surface B*": *Biointerfaces* 39, 125–131.

The Future of Bioplastics (2006), <http://floreon.com/resources/articles/the-future-of-bioplastics>

Venugopal J., Ma L., Yong T., Ramakrishna S., (2005), "In vitro study of smooth muscle cells on polycaprolactone and collagen nanofibrous matrices". *Cell Biol. Int.*, 29, 861–867.

Verlinden R. A. J., Hill D. J., Kenward M. A., Williams C. D., Piotrowska-Seget Z and Radecka I., (2011): "Production of polyhydroxyalkanoates from waste frying oil by *Cupriavidus necator*". *Applied Microbiology Biotechnology Express* 1(11).

Zabret A, Tosama, Vir, Slovenia (2013), « Sustainable Plastics Materials in Hygiene Products", 3<sup>rd</sup> International PLASTiCE Conference

Żakowska H., Ganczewski G., (2013), "Packaging from Renewable Resources Evaluation of Biobased Content", 3<sup>rd</sup> International PLASTiCE Conference

#### SCIURE DE BOIS

Arends G.J.H. & Donkersloot-Shouq S.S (1985), "*An overview of possible uses of sawdust*". TOOL, Amsterdam, CICAT, Delft; CICA CMP, Eindhoven.

Badejo S.O. & Giwa S.A. (1985), "*Volume assessment and economic importance of sawmill wood waste utilization in Nigeria*", Technical Report No. 50, Forestry Research Institution of Nigeria. Ibadan.

Badejo S.O. (2002), "*Manufacturing of building materials from sawdust*". Invited paper presented at National workshop on "An Investors' Forum" jointly organized by Raw Materials Research and Development Council, Abuja and Forestry Research Institute of Nigeria, Ibadan, at Conference Centre, FRIN, Ibadan.

BMP Association Ltd. (2008), "*Sawdust concrete*", *BMP Association Ltd.* (internet) <http://www.bmp.su/arbolit.html>

Bouchard M. (2000), « *Faisabilité technico-économique de fabrication de bûches de bois densifié à partir de résidus ligneux* », rapport interne CRIQ, client confidentiel, 29 pages.

Chathurangani O., Perera W., and Kumari H., Subashi G., Silva G. (2012), « Utilization of Sawdust and Coconut Coir Fibre as Noise Reducing Wall Surface Materials », <http://www.civil.mrt.ac.lk/conference/CERES2012/4-Chathurangani%20 ruhuna.pdf>

Harkin J.M. (1969), “*Uses for sawdust shavings and waste chips*”. U.S. Department of Agriculture. Forest Service Forest Products Laboratory. USDA. Forest Service, Research Note FPL – 0208. Madison, Wis.

Lequeux P., Carré J., Hébert J., Lacrosse L. et Schenkel Y.(1990), « *Énergie et biomasse : la densification* », 188 pages.

Ogunsanwo O.Y. (2001). “Effective management of wood wastes for sustainable wood utilization in Nigeria”. *Proc. Of the 27<sup>th</sup> Annual Conference of Forestry Association of Nigeria Abuja*. 17-21 Sept. (eds. L Popoola, J.E. Abu and P.I. Oni) Pp: 226-234.

Owonubi J.J. & Badejo S.O.O (2000) “*Industrial Scale wood waste conversion into building materials*” at FRIN. Ibadan. A paper presented at the 38<sup>th</sup> annual conference of Science Association of Nigeria 10<sup>th</sup> – 14<sup>th</sup> December 2000.

Ratnasingam J. and Njankouo M., (2004), “Increasing Timber Processing Utilization Efficiency and Reducing Waste”, [http://www.itto.int/files/itto\\_project\\_db\\_input/2777/Competition/PPR-69-04.pdf](http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2777/Competition/PPR-69-04.pdf)

RMRDC (1997), “*Raw materials sourcing for manufacturing*” in *Nigeria (3<sup>rd</sup> Ed)*, Abuja, Raw Materials Research and Development Council.

RMRDC (2002), “*Investment profile on manufacturing of building materials from Sawdust*”. Prepared for investment forum on Economic Grass Cutter husbandry and manufacturing of building materials from saw dust organized by RMRDC and FRIN, (Ibadan).

RMRDC (2003b), “*Multi-Disciplinary committee report of a techno-economic survey on Wood and Wood Products Sector*” (4<sup>th</sup> Update). Raw Materials Research and Development Council, Abuja.

Tiough D. (2010), “Recycling Sawdust Waste for Construction Purposes – Solution for Disposal Problems”, <http://globalacademicgroup.com/journals/resourcefulness/Recycling%20Sawdust%20Waste.pdf>

Zziwa, A; Kizito, S; Banana, A.Y; Kaboggoza, J.R.S; Kambugu, R.K; & Sseremba, O.E. (2006). “Production of composite bricks from sawdust using Portland cement as a binder”. Uganda. *Uganda Journal of Agricultural, Science*, 12 (1) 38-44. National Agricultural Research Organization (NARO).

## CENDRES VOLANTES

ACI Committee 211, (1993), “Guide for Selecting Proportions for High Strength Concrete with Portland Cement and Fly ash”, ACI 211, 4R-93, *ACI Materials Journal*, Vol.90, No. 3, pp. 272-283.

Adoue C. (2007), « *Mettre en œuvre l’écologie industrielle* », Sciences et Ingénierie de l’Environnement, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 106 p.

Ahmaruzzaman M. (2010), “A review on the utilization of fly ash”, *Prog Energy Combust Sci*,, 2010, 36(3), pp : 327–363.

Blissett R. S, and Rowson N. A. (2012), “A review of the multi-component utilization of coal fly ash”, *Fuel*, 2012, 97, pp : 1–23.

Cement and Concrete-Benefits and Barriers in Coal Fly Ash Utilization (2005), <http://www.iea-coal.org.uk/documents/81145/5560/Cement-and-concrete---benefits-and-barriers-in-coal-fly-ash-utilisation>

Chung C.W., Shon C.S., Kim Y.S. (2010), "Chloride ion diffusivity of fly ash and silica fume concretes exposed to freeze–thawcycles, *Construct Build Mater.*, 24, pp : 1739–1745.

Haque E. (2013), "Enablers and barriers for utilization of fly-ash in Indian cement industry", *International Journal of Advance Industrial Engineering*, **Vol.1, No.1**

Heidrich C. (2003), "Ash Utilisation-an Australian Perspective », *International Ash Utilization Symposium*, <http://www.ukqaa.org.uk/wp-content/uploads/2014/02/AshTech-2006-Barnes-Sear.pdf>

INSTAT (2009). Institut National de la Statistique de Madagascar, 2009, Doc Instat-6083

Kumar B., Tike G.K. and Nanda P.K., (2007), "Evaluation of properties of high volume fly ash concrete for pavements", *Journal of Materials in Civil Engineering*, Vol.19,No.10,pp.906-911

Policy, Institutional and Legal Barriers to Economic Utilization of Fly Ash (2006), [http://www.teriin.org/upfiles/projects/ES/2006RD25\\_20091025170736.pdf](http://www.teriin.org/upfiles/projects/ES/2006RD25_20091025170736.pdf)

Randriamalala T., Ramamonjy M., Raharison T. (2014), « Développement de l'écologie industrielle à Madagascar : valorisation de cendre volante dans la construction du béton »

Rao B.K. and Vimal K., (1996), "Fly ash in high strength Concrete", *Recent Advances in Civil Engineering, National Seminar*, September 28, pp.115-12.

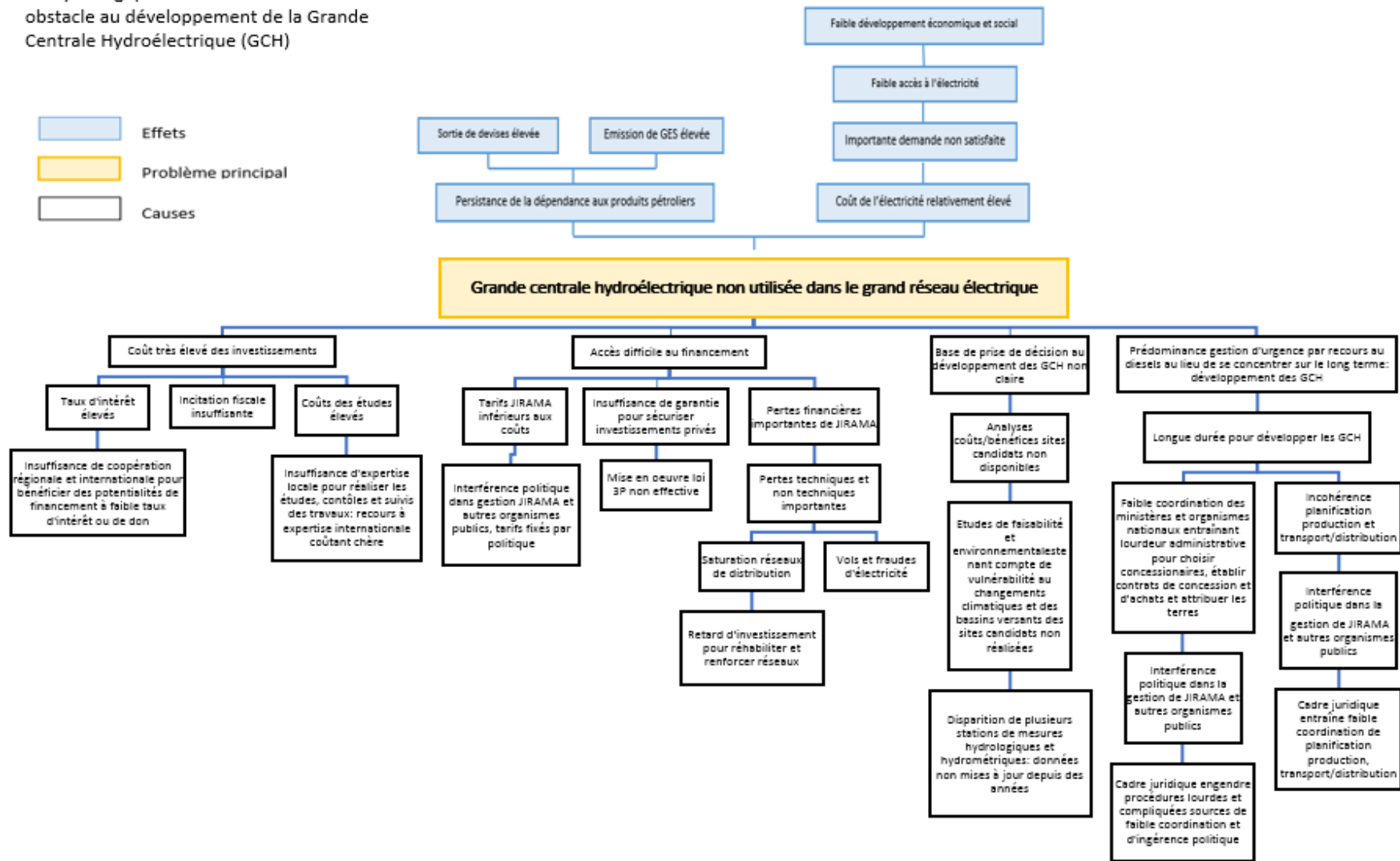
Report No. T(S) 006, January, (2005), "Use of higher volume fly ash in concrete for building sector", CBRI, Roorkee.

Verma S.,(1997), "Performance Evaluation of High strength Fly ash concrete paving mixes", M.E.

Yuksel I., Bilir T., Ozkan O. (20017), "Durability of concrete incorporating nonground blast furnace slag and bottom ash as fine aggregate". *Build. Environ.*, 42(7), pp : 2651–2659.

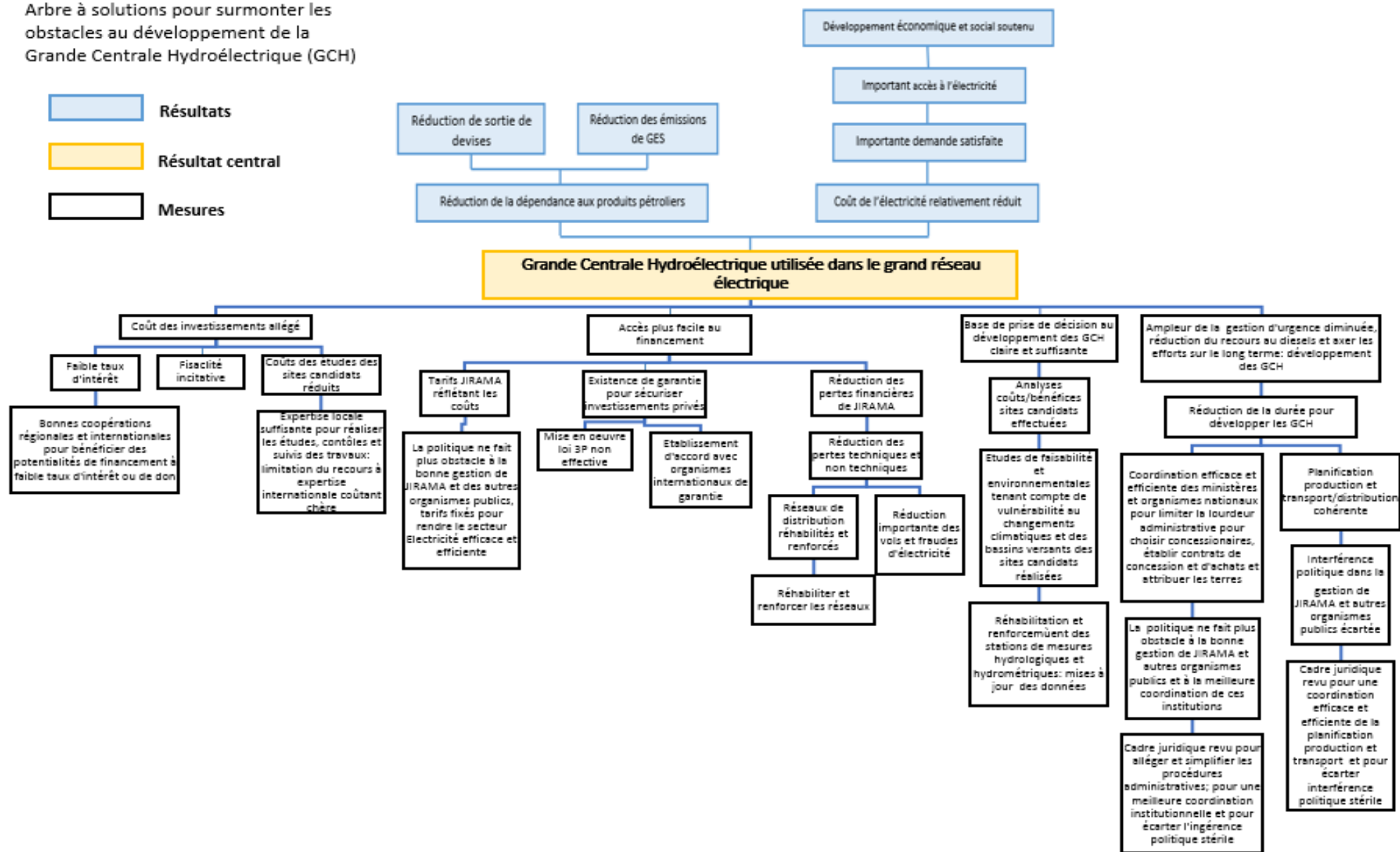
ANNEXE 1: Grande Centrale Hydroélectrique: Arbre logique des problèmes, Arbre à solutions et Analyses de causalité des 4 barrières clé

Analyse Logique des Problèmes faisant obstacle au développement de la Grande Centrale Hydroélectrique (GCH)

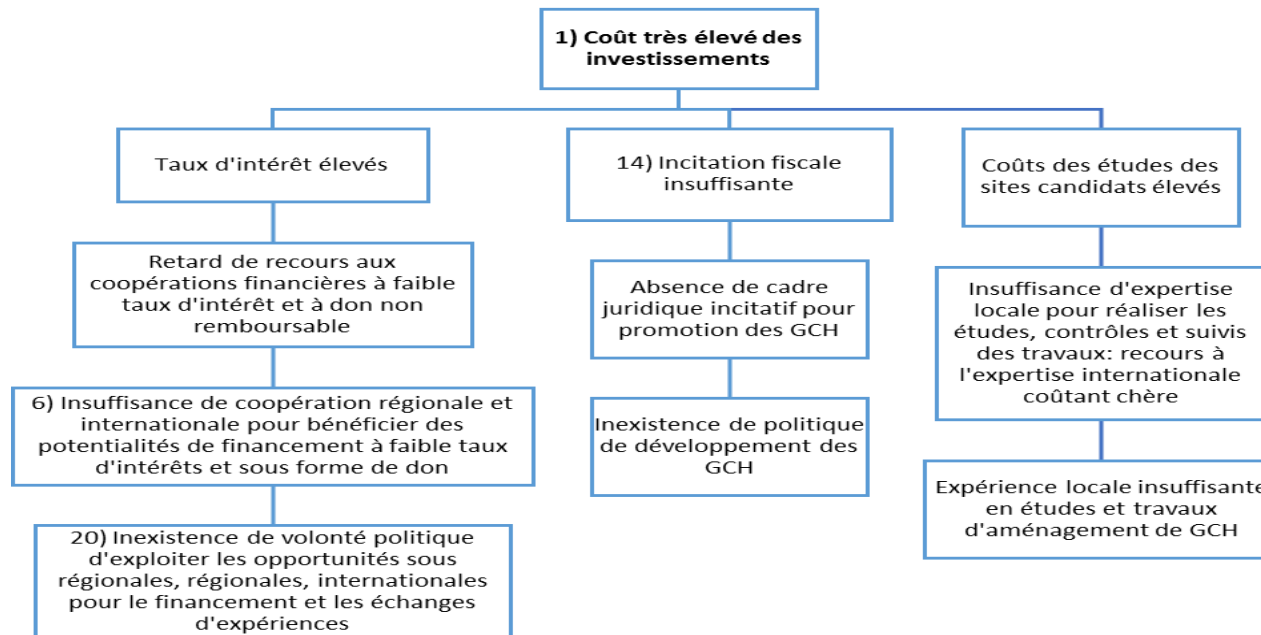


Arbre à solutions pour surmonter les obstacles au développement de la Grande Centrale Hydroélectrique (GCH)

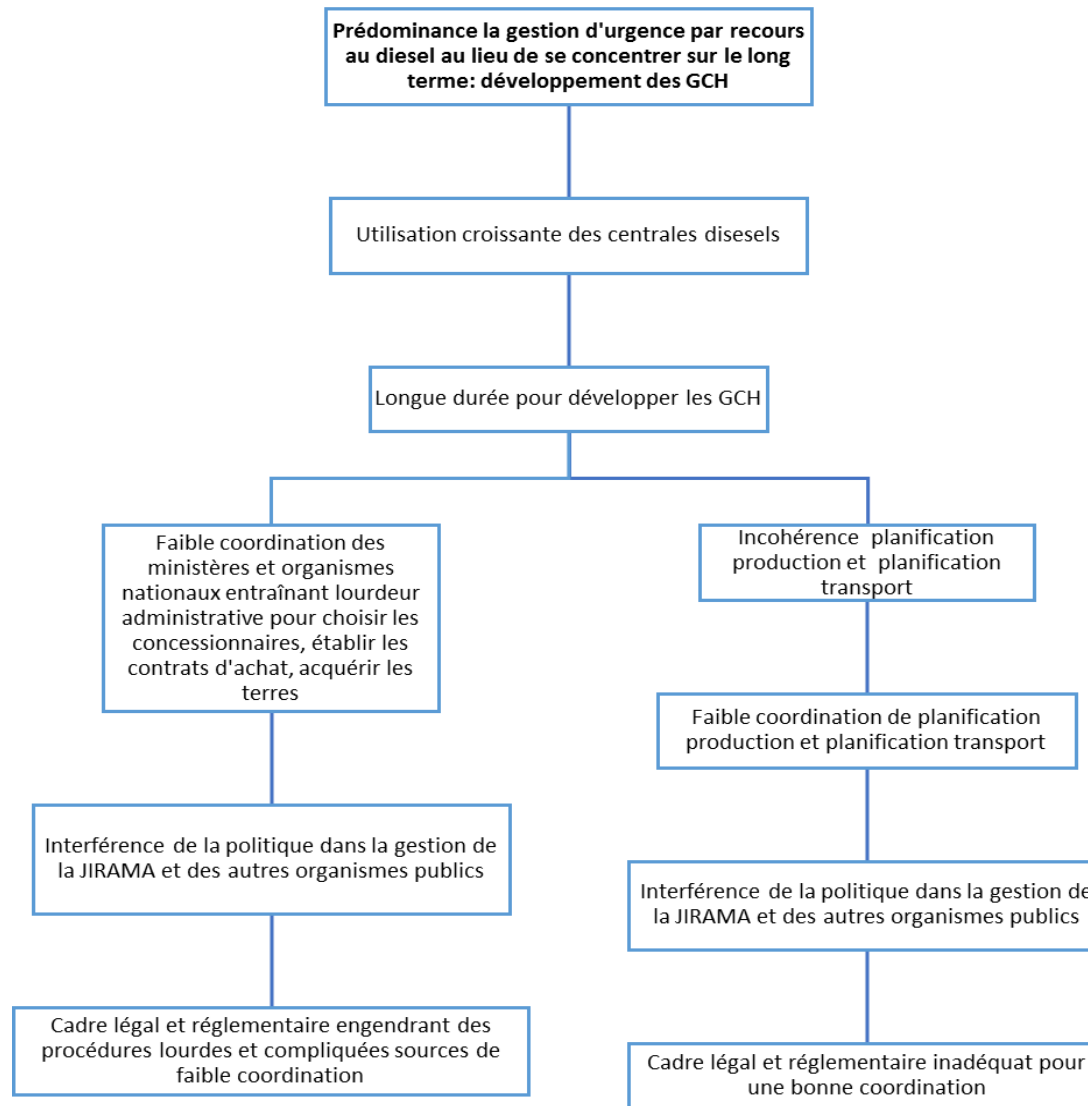
- Résultats
- Résultat central
- Mesures



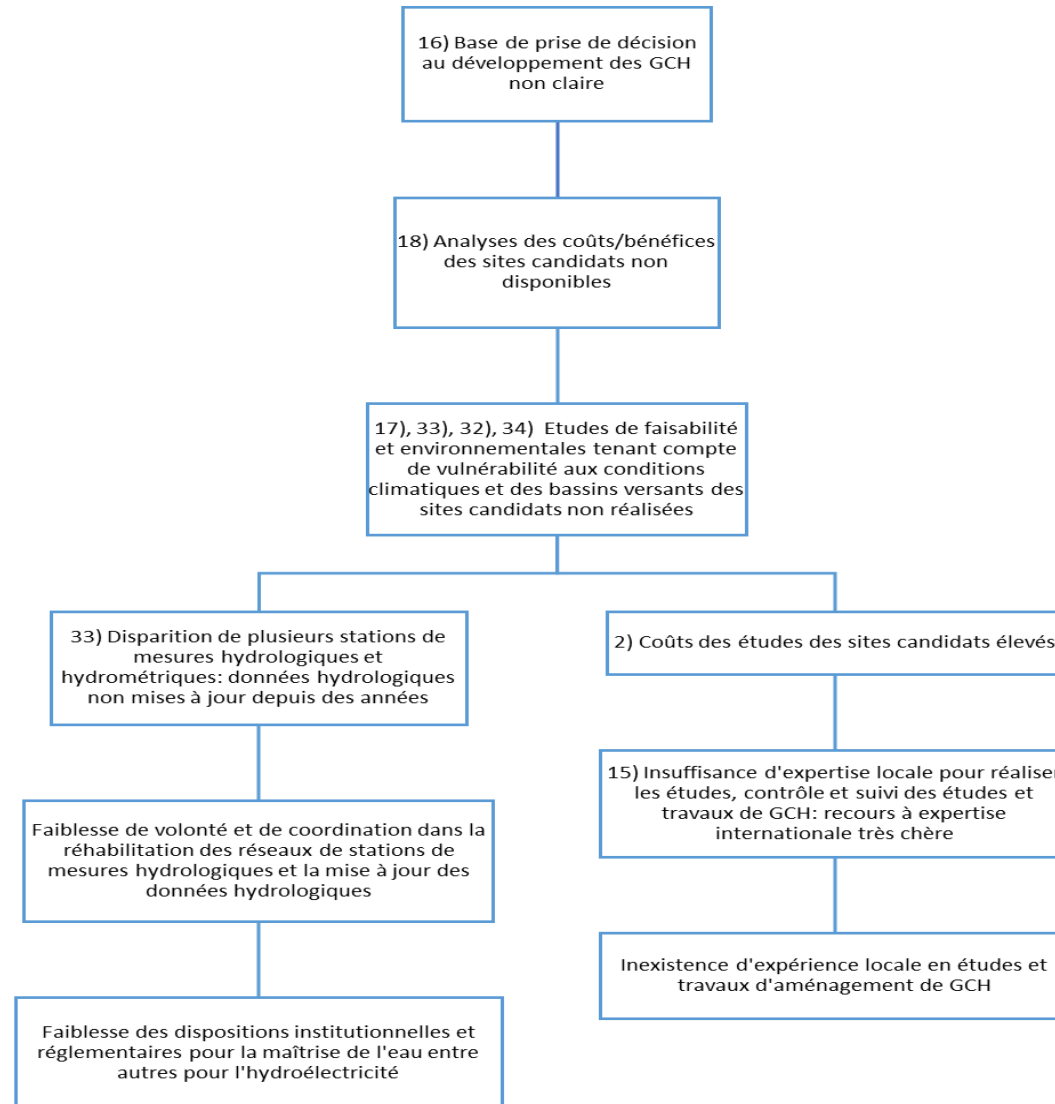
## Analyse de causalité de la Barrière clé 1 au développement de la GCH



## Analyse de causalité de la Barrière clé 2 au développement de la GCH

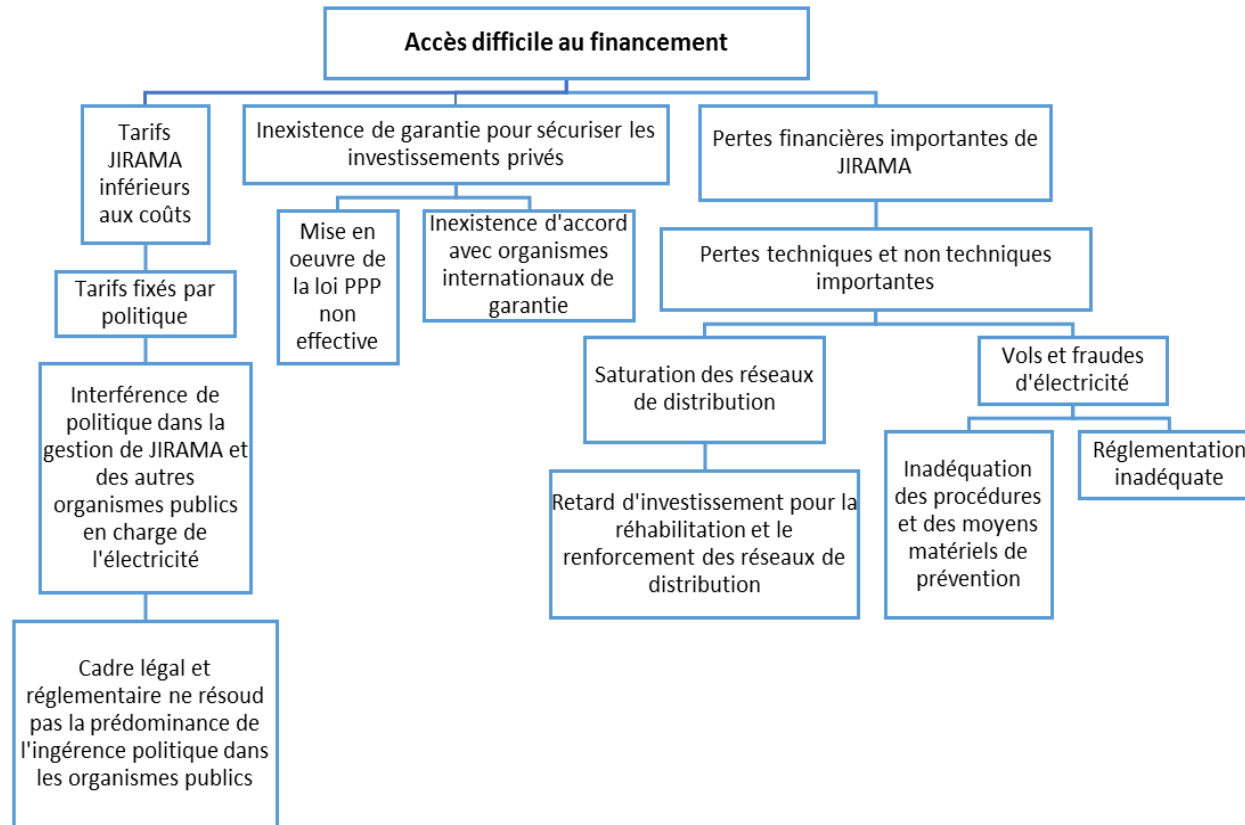


## Analyse de causalité de la Barrière clé 3 au développement de la GCH

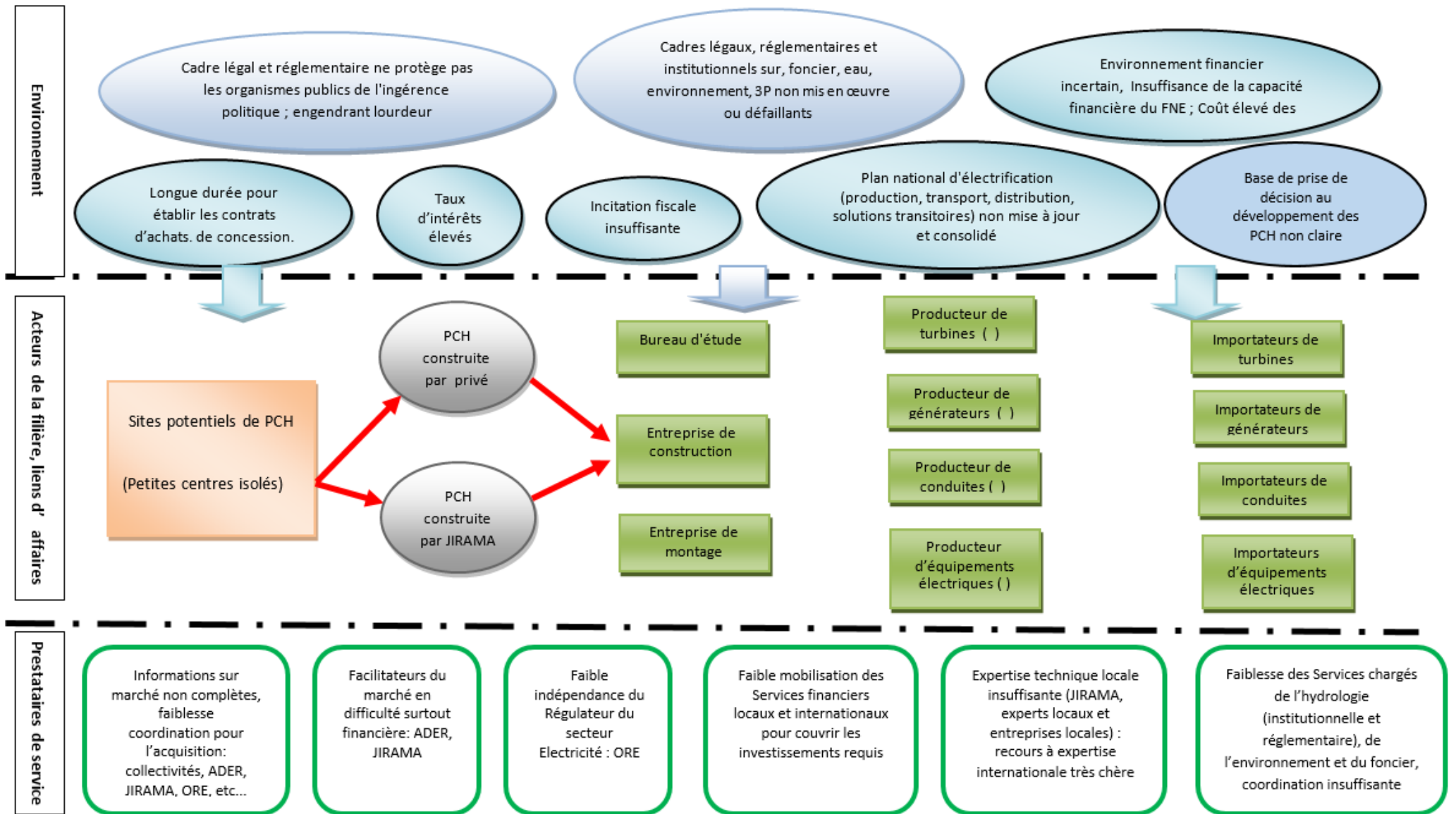




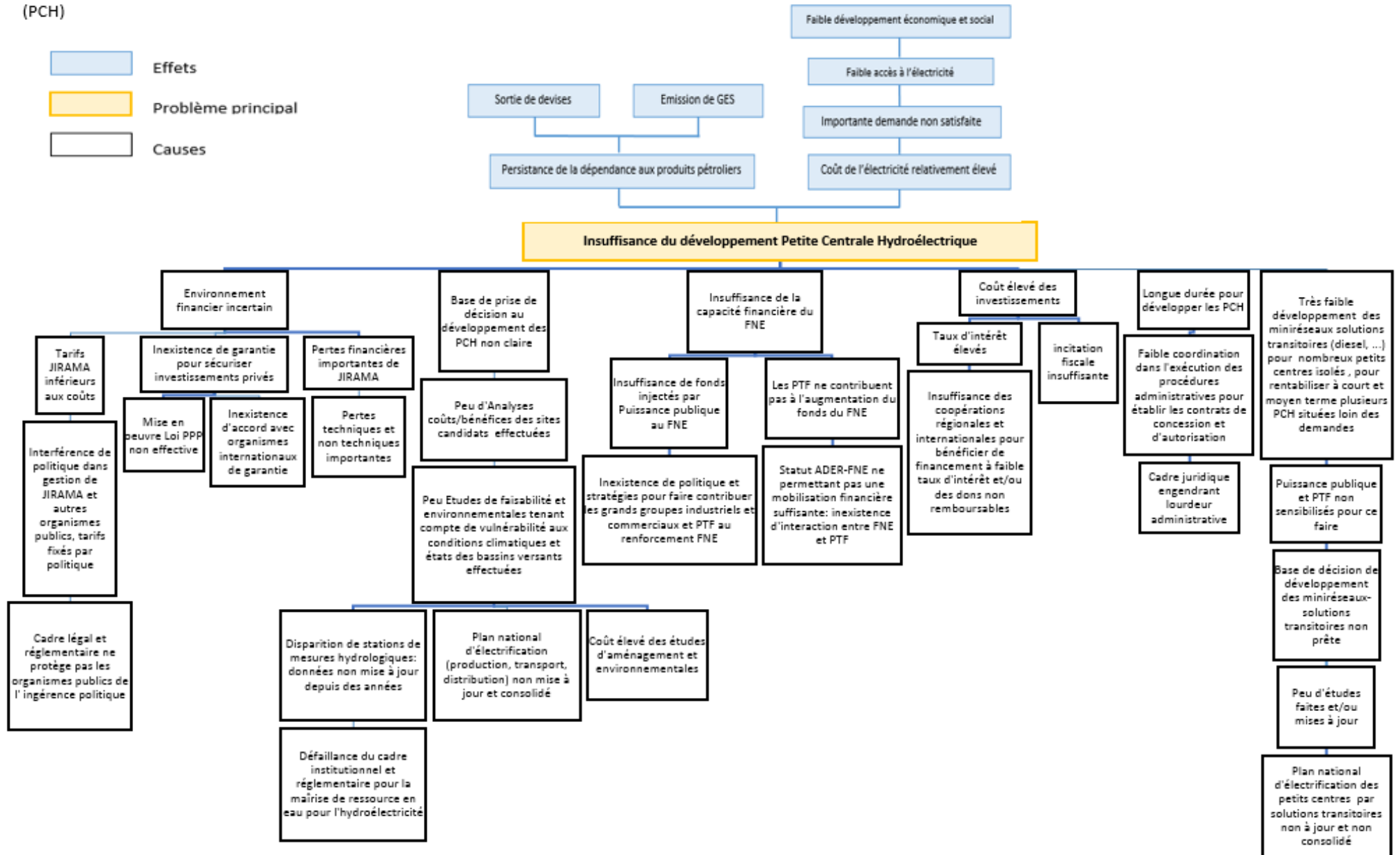
## Analyse de causalité de la Barrière clé 4 au développement de la GCH



ANNEXE 2: Petite Centrale Hydroélectrique : Cartographie du marché, Arbre Logique des Problèmes, Arbre à solutions et Analyses de causalité de 6 barrières clé



Analyse Logique des Problèmes faisant obstacle au développement de la Petite Centrale Hydroélectrique (PCH)

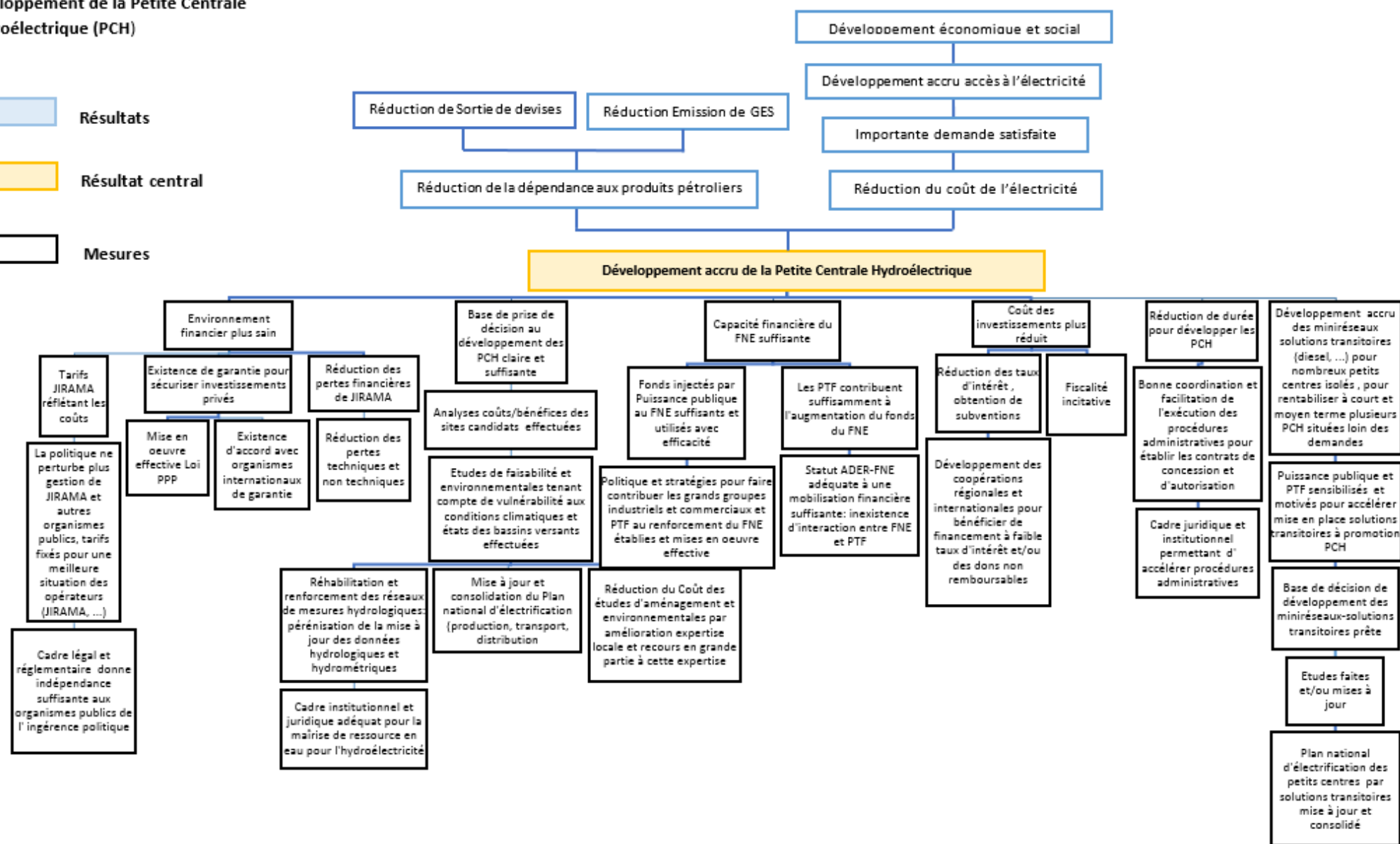


Arbre à solutions pour surmonter les obstacles au développement de la Petite Centrale Hydroélectrique (PCH)

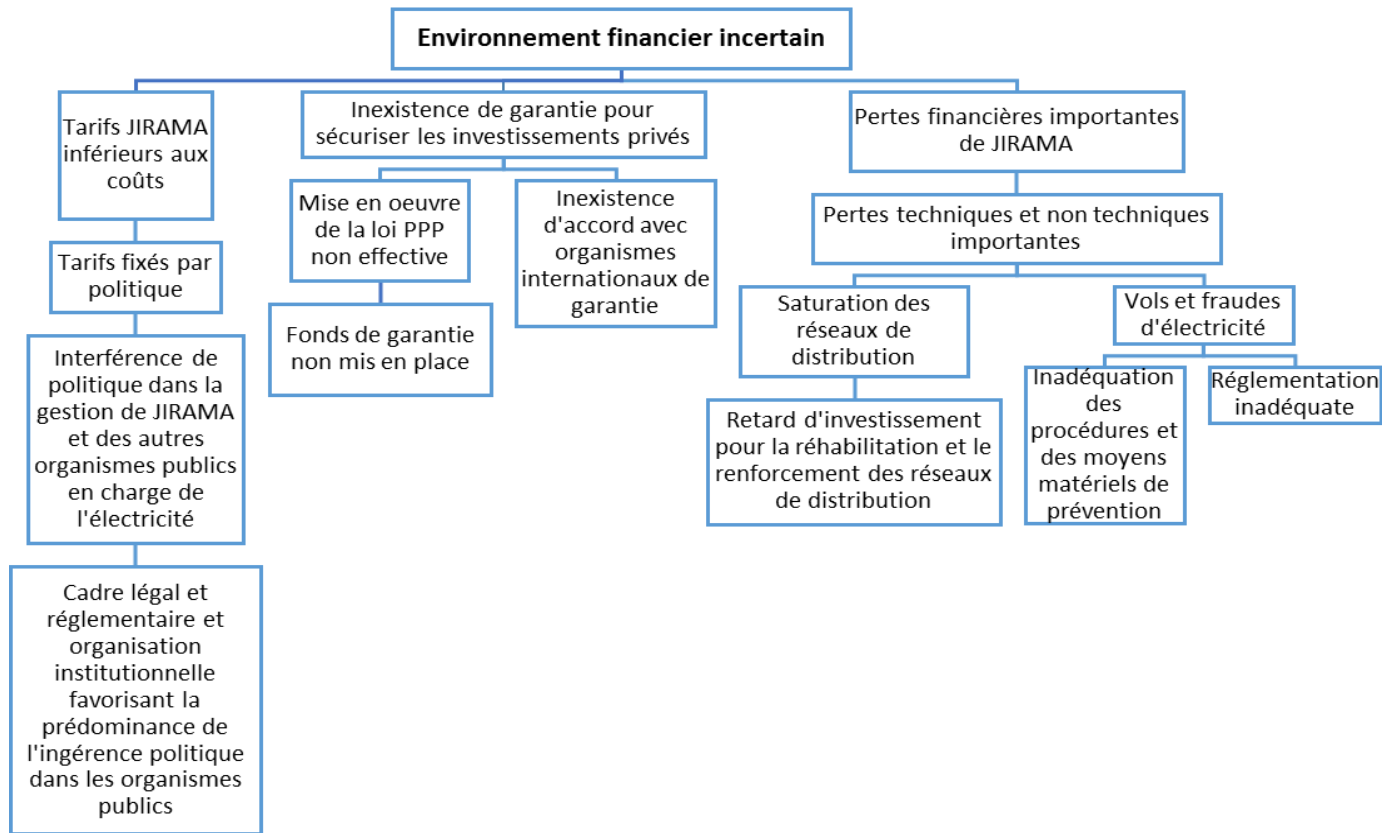
Résultats

Résultat central

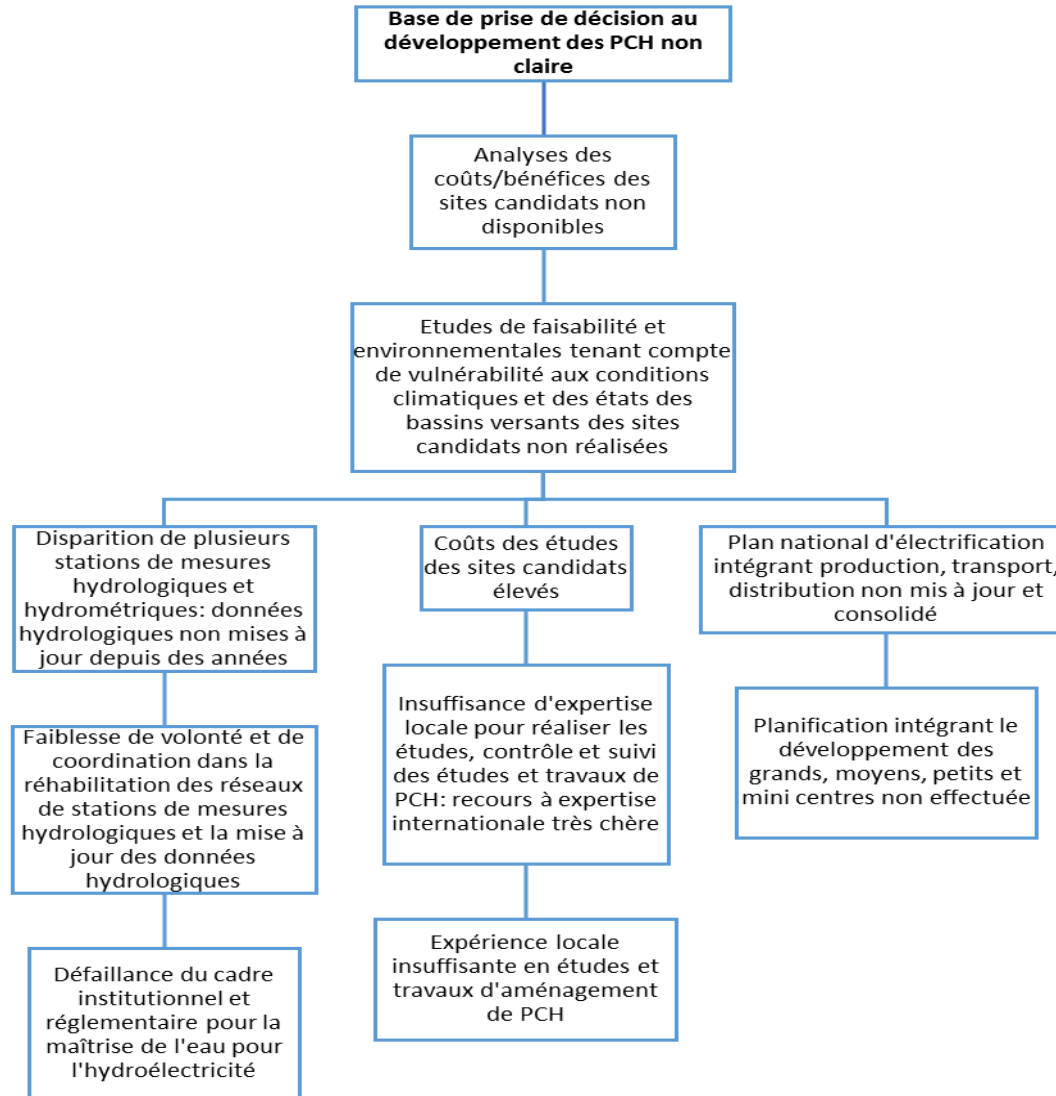
Mesures



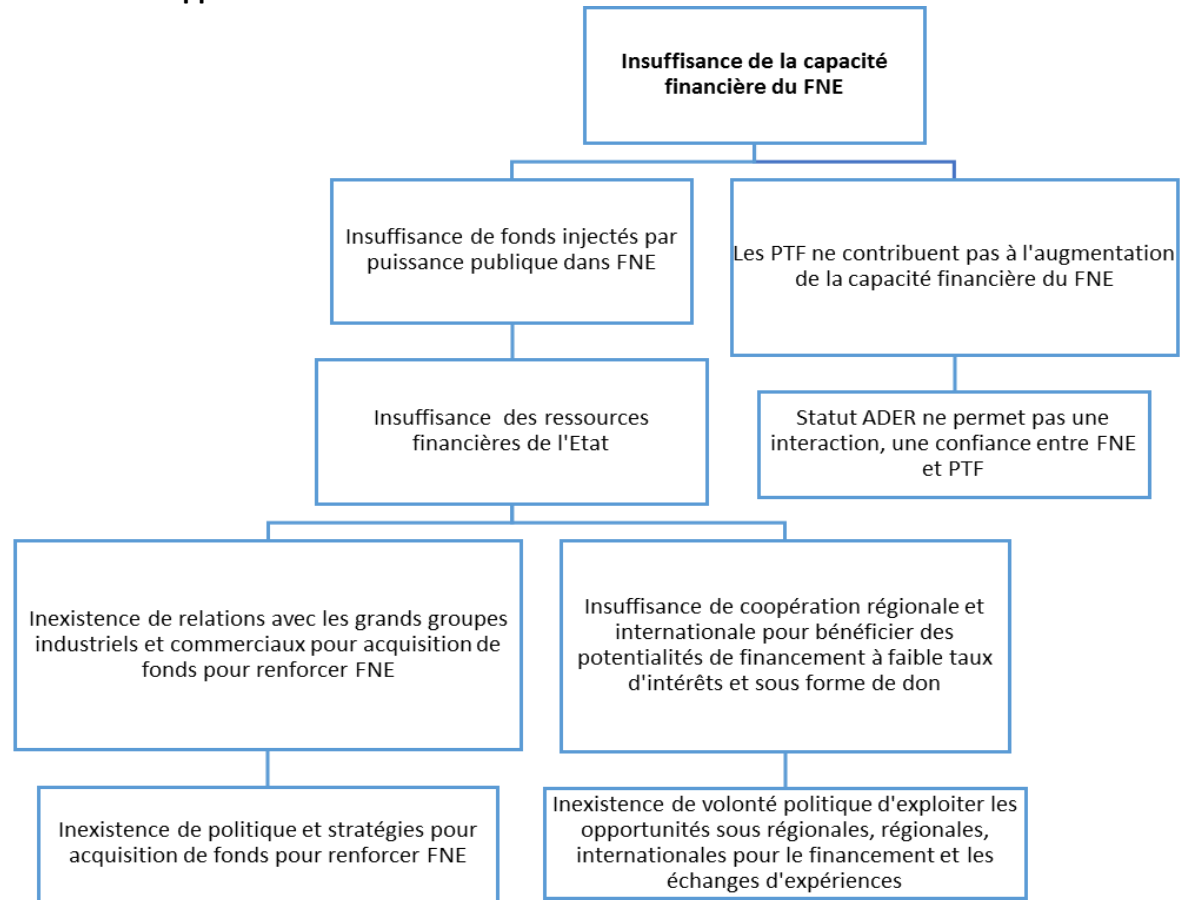
## Analyse de causalité de la Barrière clé 1 au développement de la PCH



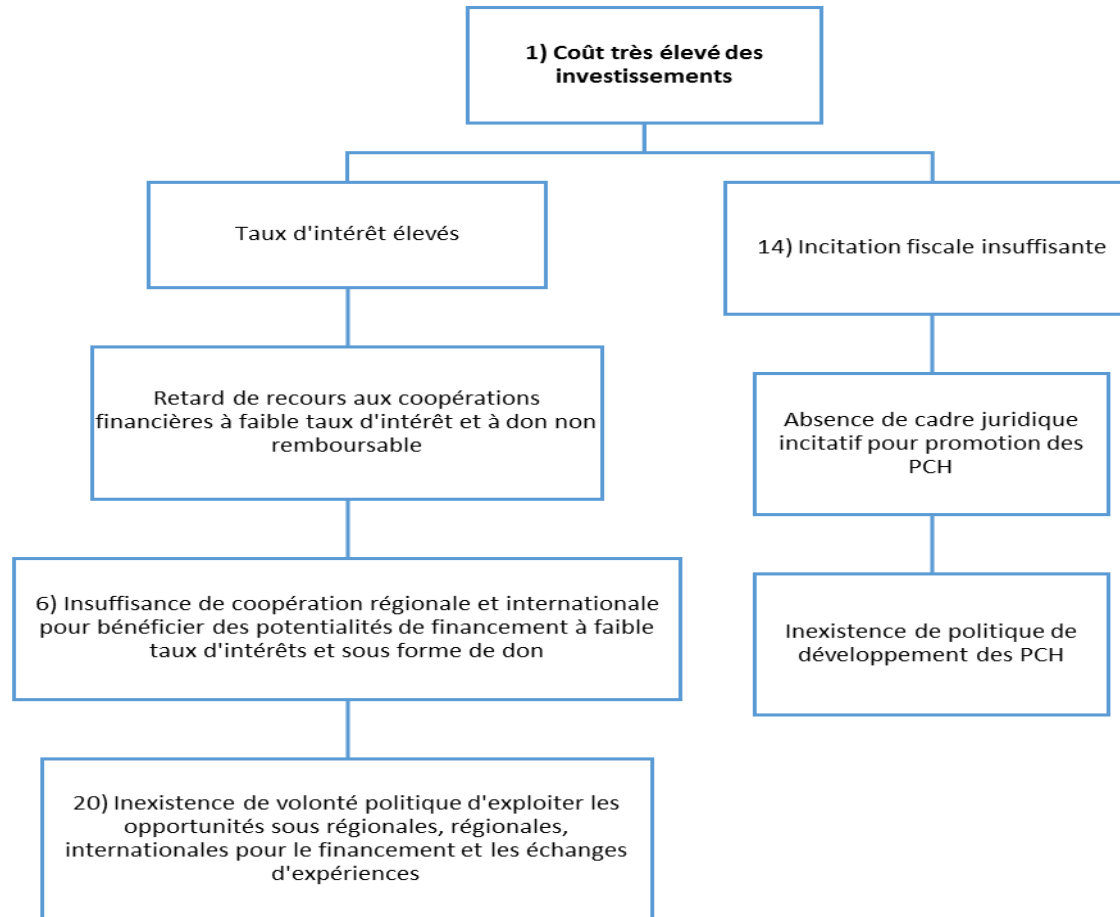
## Analyse de causalité de la Barrière clé 2 au développement de la PCH



## Analyse de causalité de la Barrière clé 3 au développement de la PCH

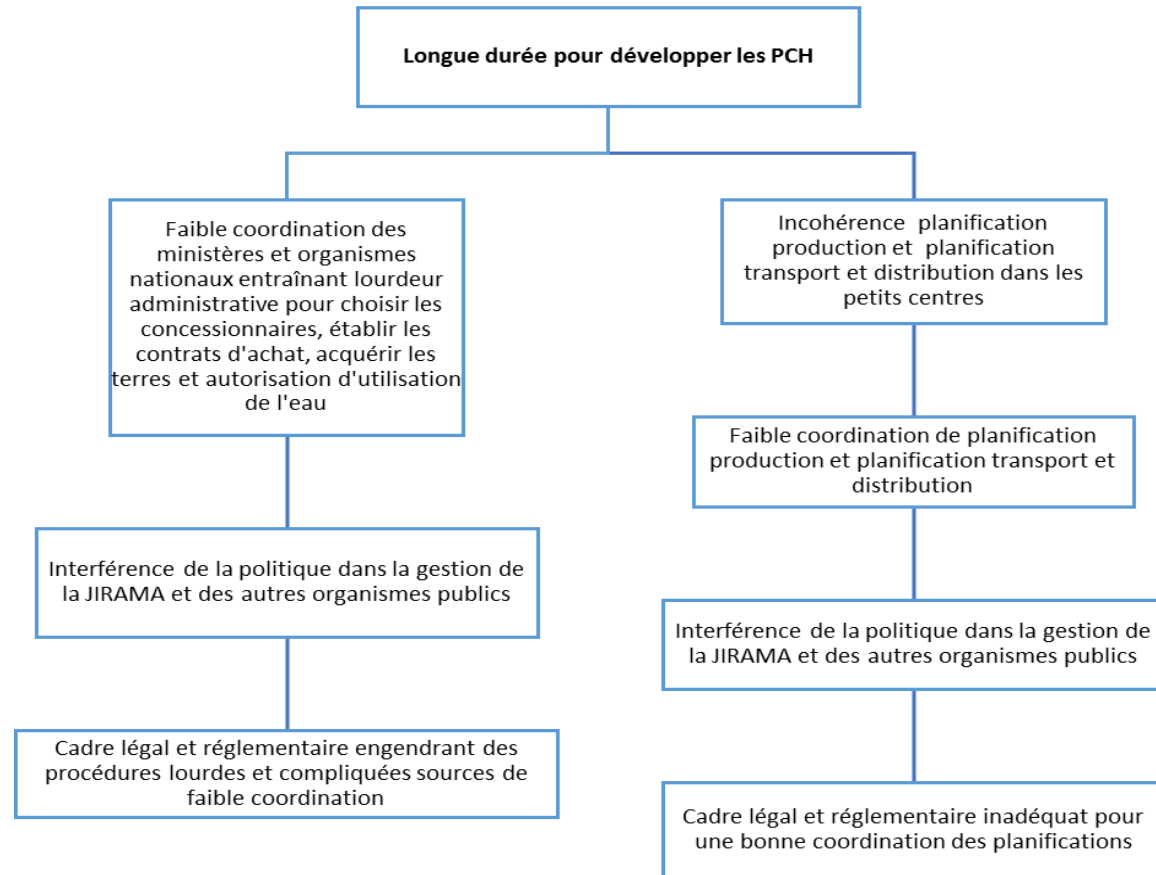


## Analyse de causalité de la Barrière clé 4 au développement de la PCH

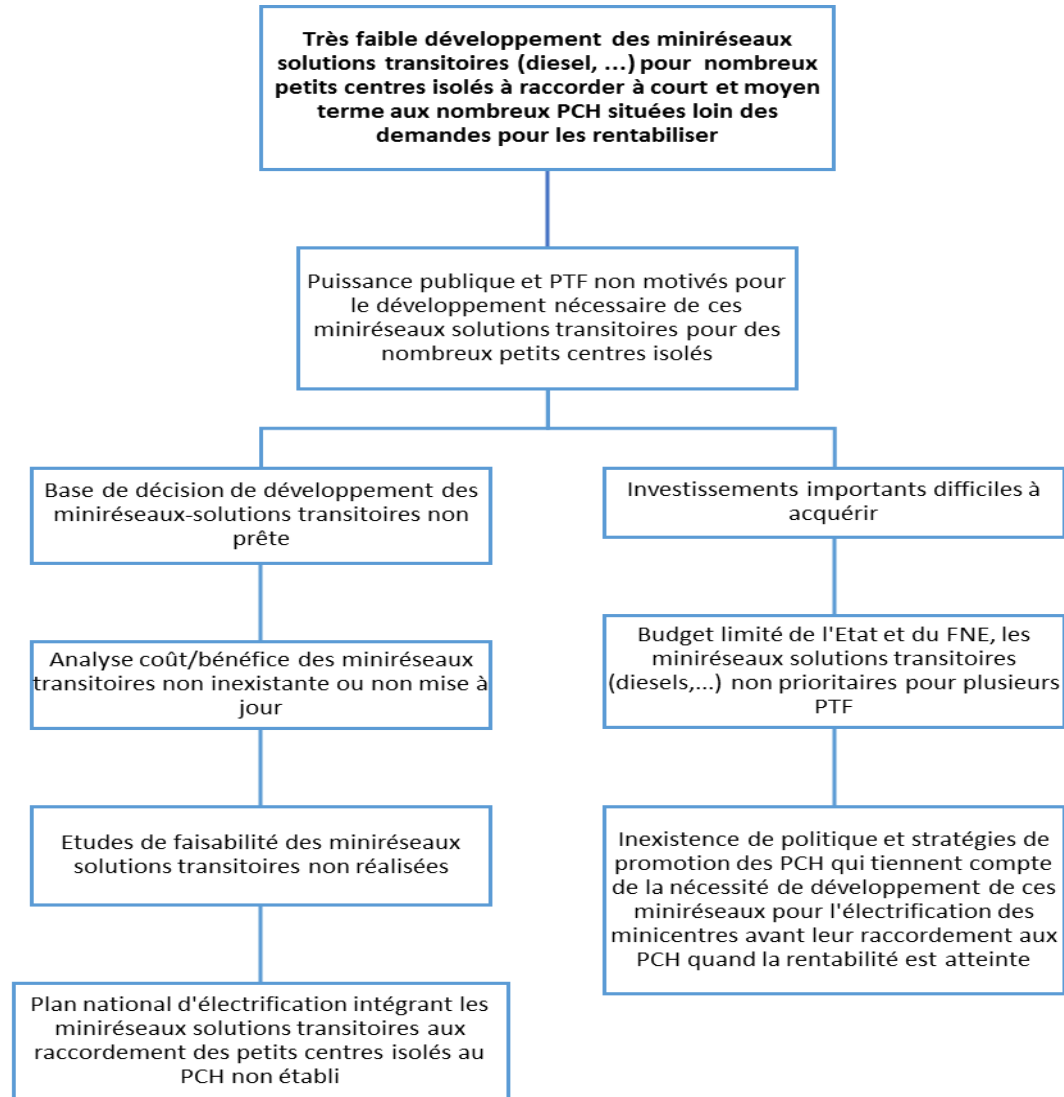




## Analyse de causalité de la Barrière clé 5 au développement de la PCH

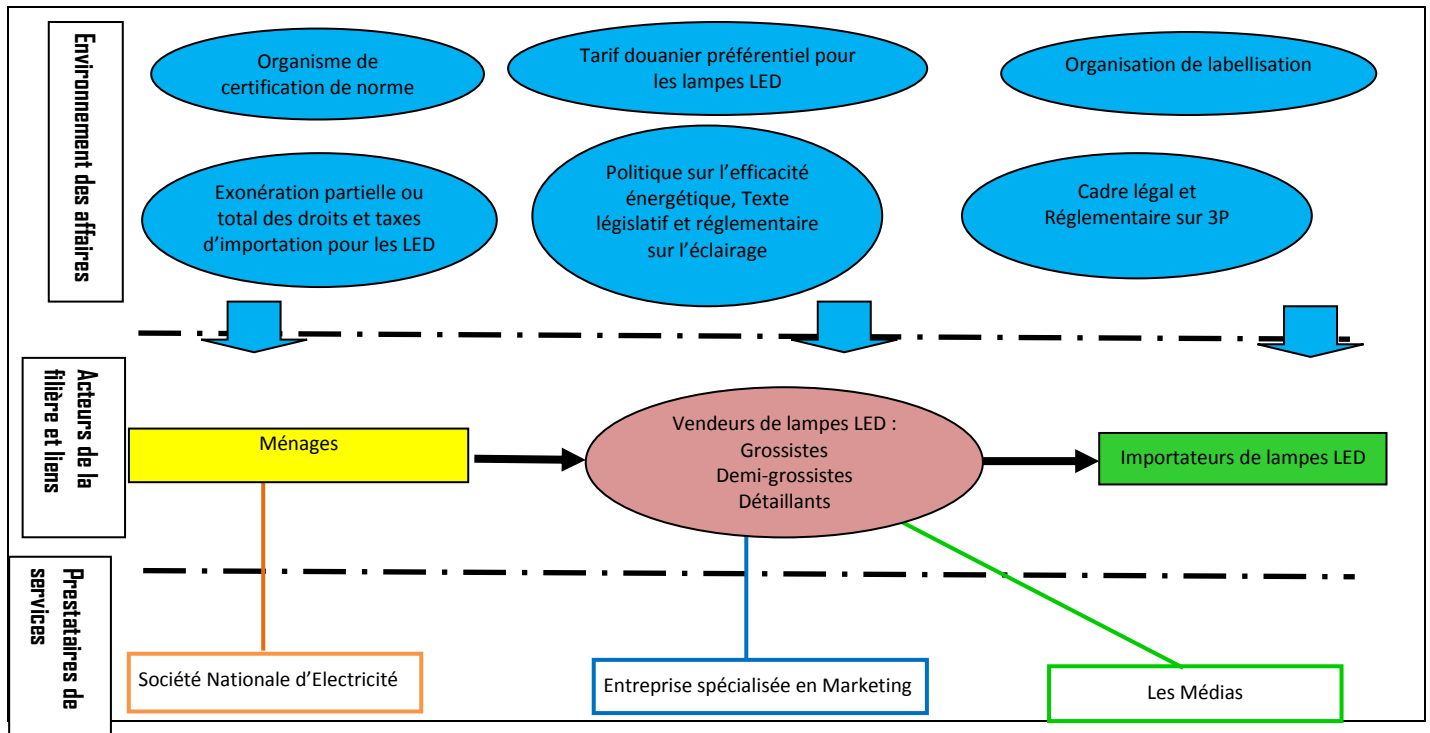


## Analyse de causalité de la Barrière clé 6 au développement de la PCH

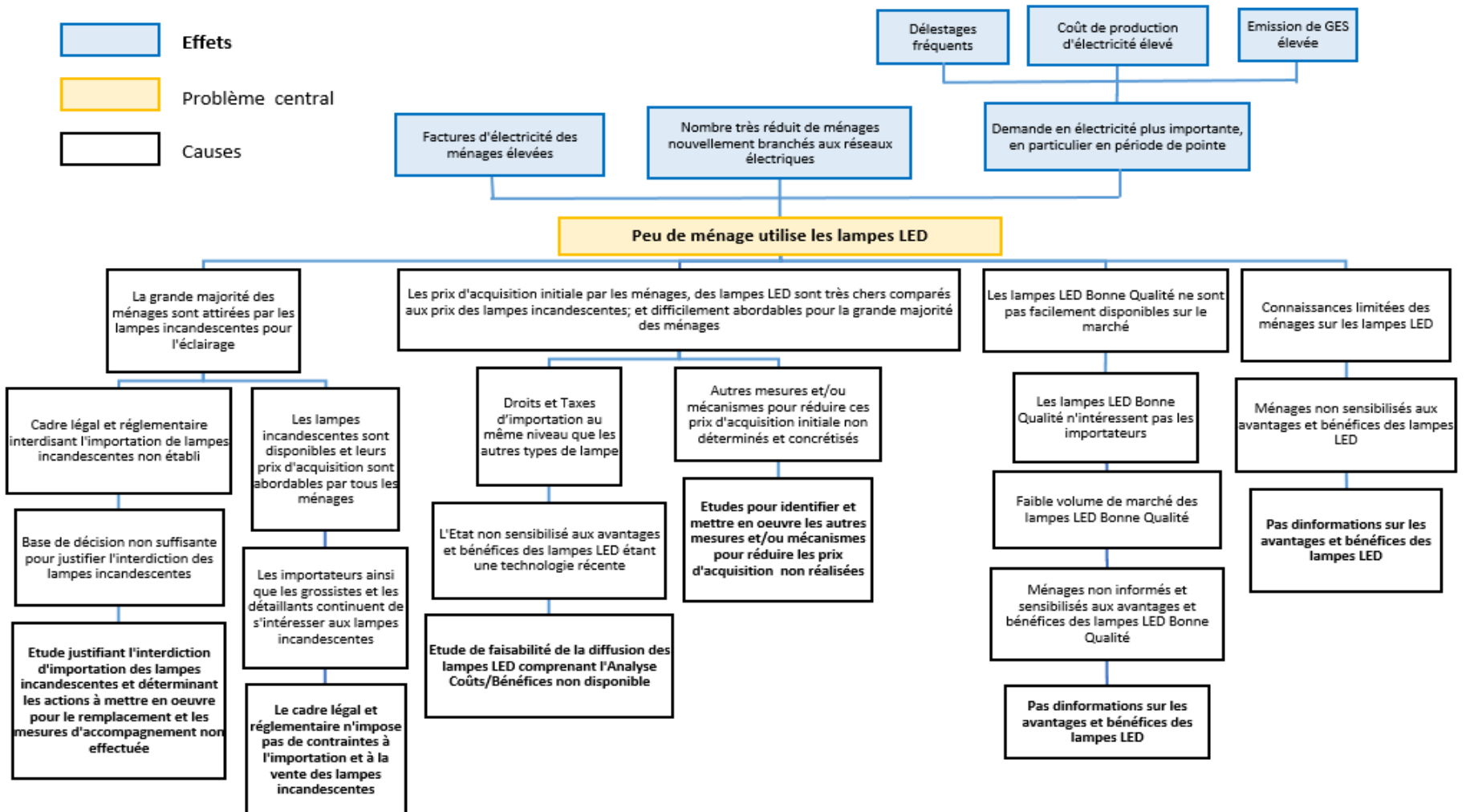


**ANNEXE 3: Lampes LED : Cartographie du marché, Arbre logique des problèmes et Arbre à Solutions, Calcul du montant de la subvention par lampe, Arbre à solutions et Analyses de causalité de 4barrières clé**

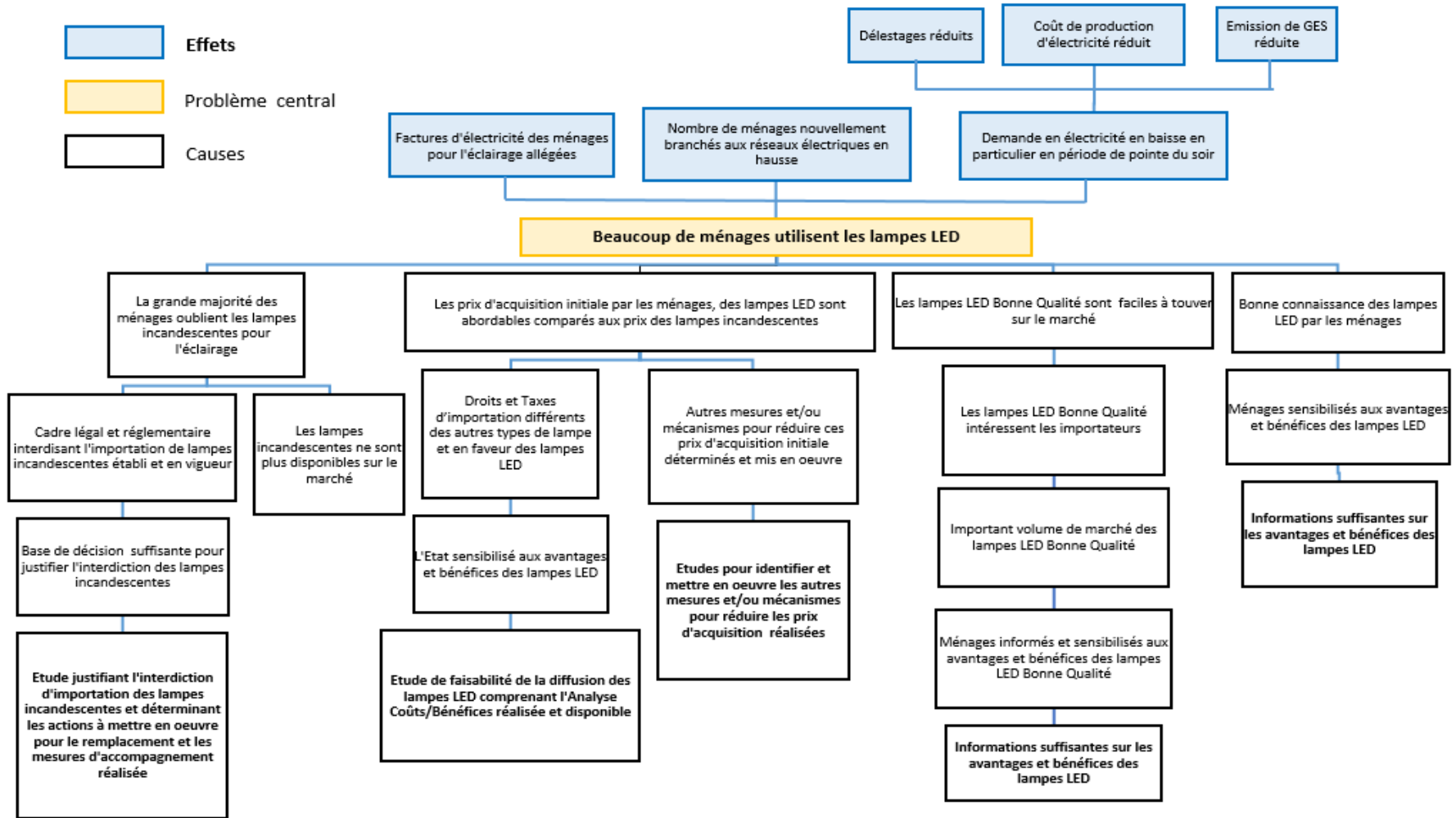
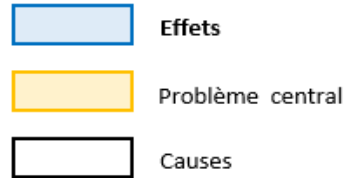
**Cartographie du marché des lampes LED**



**Analyse logique des problèmes faisant obstacles au développement des lampes LED**

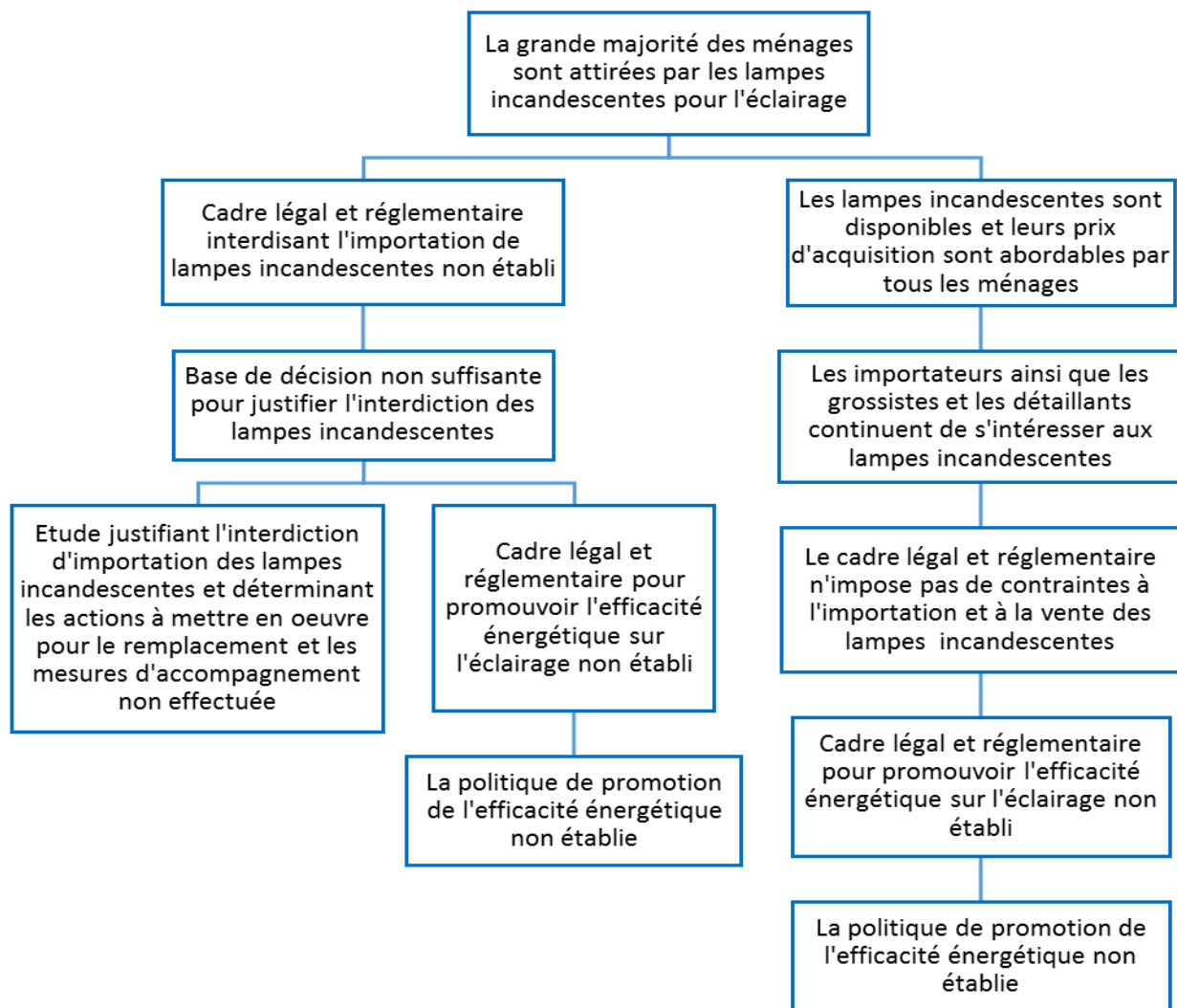


**Arbre à Solutions aux problèmes faisant obstacles au développement des lampes LED**

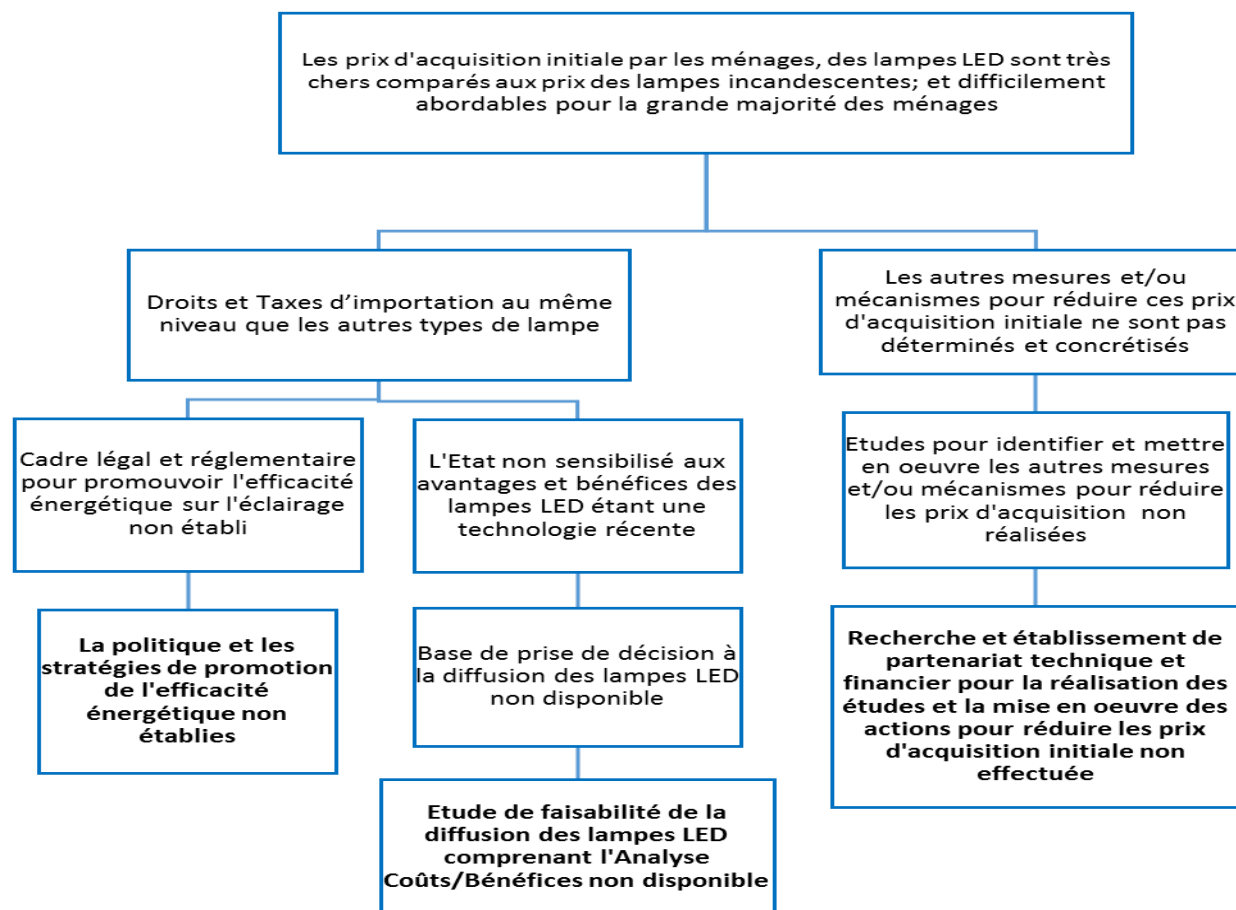


<b>CALCUL DU MONTANT DE LA SUBVENTION PAR LAMPE</b>									
<b>Hypothèses</b>				<b>Estimation structure de prix Lampe Incandescente avec DD&amp;TVA</b>					
Taux Droit des Douanes (DD)	(Source: tarif douanier 2017)	10%		Prix CAF	252,5	Ariary			
Taux de la TVA (TVA)	(Source : Tarif douanier 2017)	20%		Montant DD	25,3				
Taux des Frais Divers : Dédouanement, Transport, Stockage, etc. (FD)	(*)	20%		Montant TVA	55,6				
Taux des Marges Bénéficiaires (importateurs, Grossistes, détaillants)(MB)	(*)	50%			Sous total	333,3			
Taux de change		3 000	Ariary/US\$	Montant FD	66,7				
Prix actuel de la lampe incandescente de 60W		600	Ariary		Sous total	400,0			
Prix actuel (sur le marché) de la LED de mauvaise qualité de 12W		4 000	Ariary	Montant MB	200,0				
Prix actuel (sur le marché) de la LED de bonne qualité de 10W		16 000	Ariary		Prix sur le marché	<b>600,0</b>	Ariary		
(*) Notre estimation									
<b>Estimation structure de prix LED mauvaise qualité avec DD&amp;TVA</b>				<b>Estimation structure de prix LED mauvaise qualité sans DD&amp;TVA</b>					
Prix CAF		1 683,5	Ariary	Prix CAF	1 683,5	Ariary			
Montant DD		168,4		Montant DD	0				
Montant TVA		370,4		Montant TVA	0				
	Sous total	2 222,2			Sous total	1 683,5			
Montant FD		444,4		Montant FD	336,7				
	Sous total	2 666,7			Sous total	2 020,2			
Montant MB		1 333,3		Montant MB	1 010,1				
	Prix sur le marché sans subvention	4 000,0	Ariary		Prix sur le marché sans subvention	3 030,3	Ariary		
Montant Subvention		<b>3 400,0</b>	Ariary	Montant Subvention	<b>2 430,3</b>	Ariary			
	Prix sur le marché avec subvention	600,0	Ariary		Prix sur le marché avec subvention	600,0	Ariary		
<b>Estimation structure de prix LED bonne qualité avec DD&amp;TVA</b>				<b>Estimation structure de prix LED bonne qualité sans DD&amp;TVA</b>					
Prix CAF		6 734,0	Ariary	Prix CAF	6 734,0	Ariary			
Montant DD		673,4		Montant DD	0				
Montant TVA		1 481,5		Montant TVA	0				
	Sous total	8 888,9			Sous total	6 734,0			
Montant FD		1 777,8		Montant FD	1 346,8				
	Sous total	10 666,7			Sous total	8 080,8			
Montant MB		5 333,3		Montant MB	4 040,4				
	Prix sur le marché sans subvention	16 000,0	Ariary		Prix sur le marché sans subvention	12 121,2	Ariary		
Montant Subvention		<b>12 000,0</b>	Ariary	Montant Subvention	<b>8 121,2</b>	Ariary			
	Prix sur le marché avec subvention	4 000,0	Ariary		Prix sur le marché avec subvention	4 000,0	Ariary		

## Analyse de causalité de la Barrière clé 1 au développement des lampes LED

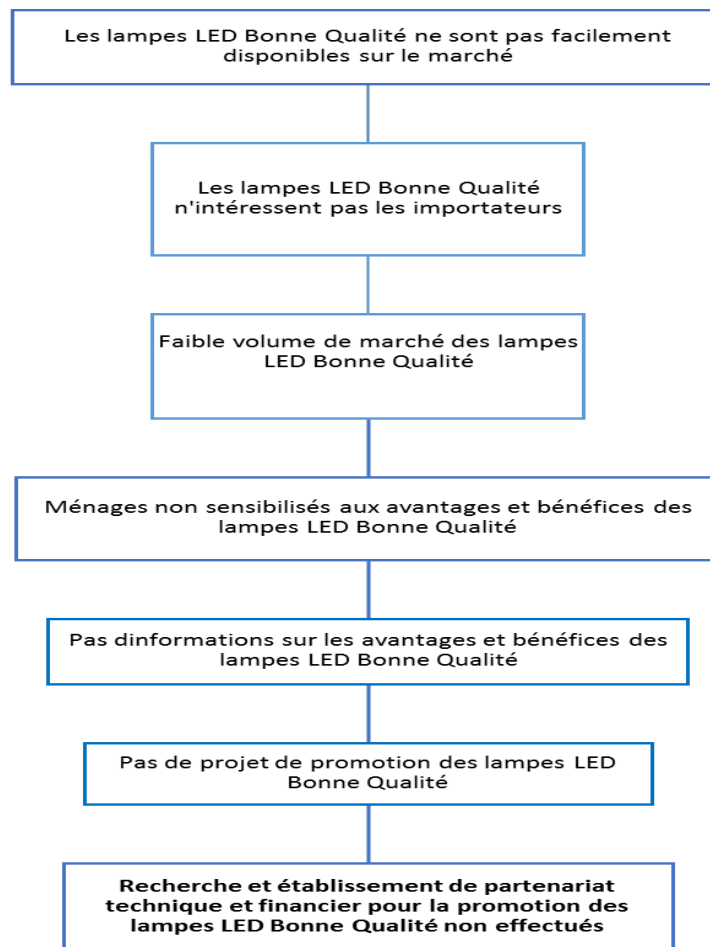


## Analyse de causalité de la Barrière clé 2 au développement des lampes LED

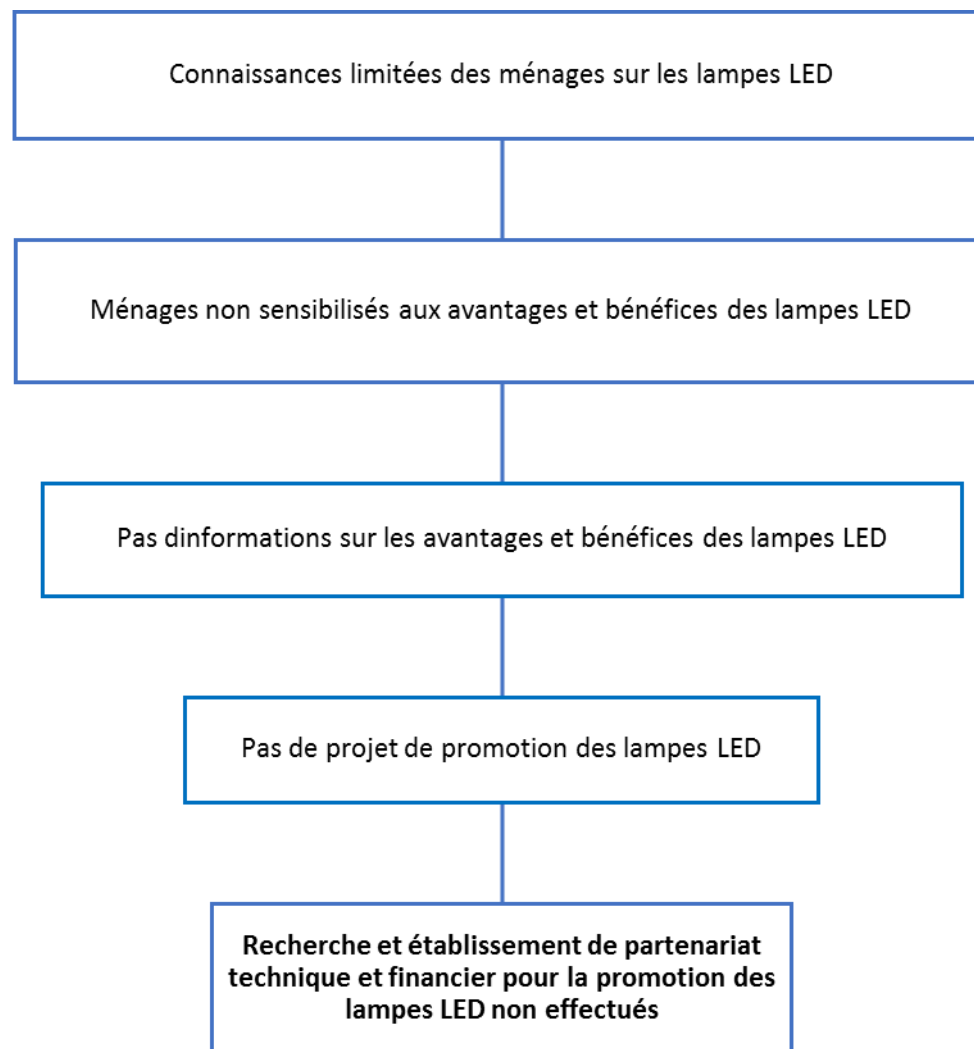




### Analyse de causalité de la Barrière clé 3 au développement des lampes LED



### Analyse de causalité de la Barrière clé 4 au développement des lampes LED



#### ANNEXE 4: Liste des personnes des parties prenantes rencontrées pour l'Energie

##### Liste des personnes des parties prenantes rencontrées

N°	Date	Nom et Prénom	Fonction	Institution/Organisme	Téléphone	Email
1	21/09/2016	ANDRIATSILAVO Andry	Directeur de la Planification	Office de Régulation de l'Electricité	0341144676	a.andriatsilavo@ore.mg
2	26/09/2016	RASOLOJAONA Rivoharilala	Secrétaire Exécutif	Office de Régulation de l'Electricité	0320481539	se@ore.mg
3	19/10/2016	Jackis RANDRIAMAHAZOMANANA	Directeur Général de l'Energie	Ministère de l'Energie et des Hydrocarbures	0344966169	
4	21/10/2016 22/11/2016	RAKOTOFIRINGA J Marc	Directeur des Etudes et Programmation à la Direction Générale de l'Energie	Ministère de l'Energie et des Hydrocarbures	0344966111	dep@energie.gov.mg
5	28/10/2016	Lala RABENANDRASANA	Chef de Département Hydraulique et Energies Renouvelables	Direction Equipement Electricité/JIRAMA	0348330700	deel-dher@jirama.mg
6	02/11/2016		Directeur Adjoint de la Planification Stratégique	JIRAMA		
7	11/11/2016	Sandrine RAHANTAMALALA	Responsable Marketing & Communication	Groupe SANIFER (Distributeur de lampes LED)		sandrine@sanifer.mg
8	14/11/2016	RATSARAEFADAHY Milson	Directeur Technique	Agence de Développement de l'Electrification Rurale	0332353793	dt@ader.mg
9	15/11/2016	RANDRIAMANALINA B Solo Thierry	Ingénieur – Responsable du projet diffusion des Lampes Basse Consommation	WWF	0344984003	strandriamanalina@wwf.mg
10	16/11/2016	Fanja RAKOTONIRINA	Responsable de vente	MAJINCO ((Distributeur de lampes LED)		Sales.majinco@moov.mg

## ANNEXE 5: Liste du Groupe de Travail Electricité

**Objet des réunions :** Présentation d'EBT (*rappel pour les autres personnes*), présentation succincte de l'étape1 ayant abouti à la sélection des 3 technologies (GCH, PCH et LED), présentation et entretiens sur l'étape2 (*objectifs, consistances, barrières au développement de ces technologies et mesures pour lever ces barrières, approche participative pour l'identification des barrières et mesures habilitantes*), constitution du Groupe de Travail Electricité (GTELEC) et préparation et fixation de la date de la première réunion du GETELEC.

N°	Nom et Prénom	Fonction	Institution/Organisme	Téléphone	Email
1	RAKOTOFIRINGA J Marc	Directeur des Etudes et Programmation à la Direction Générale de l'Energie	Ministère de l'Energie et des Hydrocarbures	0344966111	dep@energie.gov.mg
2	Augustin RANDRIANARIVONY	Directeur des Energies Alternatives à la Direction Générale de l'Energie	Ministère de l'Energie et des Hydrocarbures	0344966145	dea@energie.gov.mg
3	RAMILIARISOA Herivelo	Responsable des grands projets hydroélectriques à la Direction Générale de	Ministère de l'Energie et des Hydrocarbures	0344966146	rami_arisoa@yahoo.fr
4	RATSARAEFADAHY Milson	Directeur Technique	Agence de Développement de l'Electrification Rurale	0332353793	dt@ader.mg
5	ANDRIATSILAVO Andry	Directeur de la Planification	Office de Régulation de l'Electricité	0341144676	a.andriatsilavo@ore.mg
6	RANDRIAMANALINA B Solo Thierry	Ingénieur – Responsable du projet diffusion des Lampes Basse Consommation	WWF	0344984003	strandriamanalina@wwf.mg
7	RATSIRANTO Vololonirina	Chef de Service	Direction Equipement Electricité/JIRAMA	0348334957	deel-ddr-sirh@jirama.mg
8	Faly H ANDRIAMASITENA	Ingénieur	Direction Equipement Electricité/JIRAMA	0327971060	fandriamasitena-deel@jirama.mg
10	ANDRIAMANANTSOA Bertin	Consultant Atténuation Energie		0340699969	bertinden@yahoo.fr
11	RAOBELINA Solofoniaina	Consultant EBT Energie		0348755125	dirtanasee@gmail.com

## **ANNEXE 6: Description des barrières économiques et financières à la diffusion de la technologie «Cendres Volantes»**

### **a. Capacité de stockage limitée**

Le stockage peut être un problème pour la cendre volante sèche utilisée dans des applications de haute valeur. Dans plusieurs cas, la plus haute production de cendre volante n'a pas lieu au moment où la plus haute demande en provenance de la Terminale de Cimenterie de Toamasina est exprimée. Pour cette raison, la capacité de stockage peut limiter ou retarder la livraison à la Terminale ci-dessus. Le stockage se fait à l'air libre.

### **b. Cendres volantes perçues comme une perte**

Actuellement, elles sont perçues comme des pertes, des fois comme de produits secondaires ou sous-produits ou produits dérivés. Telles considérations créent d'implication sérieuse pouvant restreindre son potentiel marché pour le futur. Et de ce fait, les cendres volantes sont sous-utilisées, environ 11% sont utilisées.

### **c. Chaîne de valeur longue et complexe de cendres volantes de la production-processus-logistique-utilisation**

Cette chaîne est influencée par plusieurs variables et des barrières subséquentes. Pour le cas de Madagascar, la chaîne part de l'Afrique du Sud où le charbon de terre est importé et affrété par bateau jusqu'au site de Sherritt International à Toamasina. Ce dernier utilise le charbon de terre pour produire de l'électricité et dont les cendres volantes sont vendues au Groupe Lafarge-Holcim. Ce Groupe fait transporter, sur cinq kilomètres vers son terminal de mélange et d'ensachage, les cendres volantes.

### **d. Concurrence avec les matériaux naturels disponibles**

Comme matériaux naturels disponibles il y a la pouzzolane. A Toamasina, il n'y a pas de pouzzolane. Cependant à Ibity Antsirabe, où se trouve l'usine de cimenterie d'Holcim, il y en a. cette dernière utilise comme ajout au clinker de pouzzolane. Raisonant en termes de coût de production, il y a effectivement concurrence. Mais vu qu'il s'agit d'une même entreprise, la concurrence est escamotée.

### **e. Coût de transport élevé**

Le transport de cendres volantes nécessite un design particulier, dans la mesure où les cendres volantes doivent être à l'état sec. Le transport terrestre est coûteux. Il constitue comme la barrière majeure quand il s'agit d'utilisation de volume important. En effet, il est le plus important en termes de barrière financière. Dans d'autres pays, ce coût élevé a quelque peu réduit l'utilisation de cendres volantes malgré la gratuité d'approvisionnement auprès des centrales thermiques.

### **f. Coût du stockage élevé**

Le coût de stockage peut être un problème pour l'utilisation élevée de cendres volantes. Selon l'avis des professionnels, l'investissement dans le stockage de cendres volantes rencontre des obstacles.

### **g. Coût handling élevé**

Selon le manufacturier opérant sur le marché Malagasy, du Groupe Lafarge-Holcim, le handling pose des obstacles. Il y a d'un côté le caractère abrasif de cendre volante. De l'autre côté, la gestion du

poids-volume est difficile à maîtriser. Des fois, il est subtil d'humidifier les cendres volantes pour faciliter le handling.

**h. Coûts de matières premières élevés**

Les cendres volantes ne sont pas gratuites. Le Groupe Lafarge-Holcim les achètent à USD12.00 la tonne auprès de Sherritt International.

**i. Coûts fixes élevés**

Ce type de technologie est techniquement sophistiqué et actuellement peu abordable pour de nombreux pays en développement notamment Madagascar. En comparant les technologies de pointe en termes de durabilité, d'adéquation, de performance, de robustesse, de rentabilité, de restrictions de brevets (disponibilité) et d'exigences de compétences, on peut conclure qu'au moins dans les industries du ciment à court terme vont être basées sur le pyroprocessage et les broyeurs.

**j. Croyance que les matières premières sont plus prêtes, disponibles et moins coûteuses**

Ici les matières premières sont les cendres volantes. Elles sont disponibles au sein de Sherritt International à Toamasina et donc prêtes à être enlevées et transportées. Cette situation amène à croire que ces matières premières devraient être à bon marché. Mais le coût d'achat est déterminant dans la comptabilité de l'entreprise.

**k. Investissement en handling/stockage/mixage important**

Les coûts d'investissement pour le handling et le stockage, ceux-ci inclus le handling en interne, le stockage et le mixage rencontrent des obstacles selon le manufacturier de ciment.

**l. Investissement initial élevé**

Plusieurs facteurs limitent le développement de l'approche sur le long terme de l'investissement dans le cadre d'utilisation de cendre volante. Parmi ces facteurs, il y a : le futur incertain du groupe utilisant le charbon, l'exigence de retour d'investissement.

**m. La haute production de cendres volantes n'a pas lieu au moment de la haute demande de la part de l'industrie de construction**

L'exploitation de mine d'Ambatovy utilise le courant produit d'un générateur fonctionnant avec du charbon de terre. La demande et l'offre en cendres volantes ne sont pas toujours équilibrées.

## **ANNEXE 7: Description des barrières non financières à la diffusion de la technologie «Cendres Volantes»**

### **a. Croyance que la qualité et la quantité de cendres volantes ne sont pas compatibles**

Initialement, les cendres volantes sont perçues comme des pertes. Cette perception a été améliorée par un processus de contrôle qualité et amélioration qui est devenu et accepté comme une valorisation de ressources.

### **b. Future incertaine sur le générateur-à-charbon**

Le générateur à charbon est reconnu comme émetteur de gaz à effet de serre. En effet, il est dans l'axe des stratégies d'atténuation.

### **c. Législation différente en matière de cendres volantes**

Madagascar ne dispose pas encore de réglementation en matière de cendres volantes. Ceci constitue un handicap sur utilisation à l'échelle industriel.

### **d. Les cendres volantes contiennent de métaux lourds**

Les cendres volantes contiennent des traces de métaux lourds. Au Royaume-Uni, on a mesuré les lixiviats et les émissions de radon des remblais construits avec de la cendre volante entre 1967 et 2000 (Sear et al., 2003). On a constaté que la concentration en Mg, Se, K, Na et sulfate était supérieure à la valeur normale de la qualité de l'eau potable.

### **e. Limitation de quantité de substitution en cendres volantes**

La substitution en cendre volante doit suivre une norme pour respecter la résistance des matériaux.

### **f. Les consommateurs n'ont pas confiance au ciment avec additif de cendres volantes**

Les cendres volantes étant un matériau recyclé, ses spécifications ne sont pas toujours uniformes. Des cendres volantes grossières et fines existent, et les deux ne peuvent pas être séparés lorsqu'ils sont ajoutés au béton. Les morceaux plus gros et grossiers de cendres volantes ne peuvent effectivement absorber l'eau et faire du béton une substance plus forte. Les utilisateurs ne peuvent pas trouver l'efficacité qu'ils attendent si le lot des cendres volantes, qu'ils utilisent, a beaucoup de morceaux grossiers.

### **g. Manque de connaissances et de familiarités avec les potentialités des cendres volantes**

Il n'y a pas assez suffisamment de « publication pour tous » sur les cendres volantes.

### **h. Les Recherche et Développement non disséminés**

Les résultats de recherche récente ne sont pas facilement accessibles.

### **i. Les données sur les effets de cendres volantes sur l'environnement et la santé ne sont pas disponibles**

Ces données existent dans les pays développés à l'exemple du Royaume Uni et l'Australie. A Madagascar telles données ne sont pas encore disponibles.

### **j. Législation encourageant l'utilisation de cendres volantes inexistante**

Au début de l'exploitation d'Ambatovy (site minière de nickel et cobalt de Sherritt International), une tentative de montage d'un texte sur l'utilisation des cendres volantes a eu lieu.

**k. Législation pour promouvoir l'utilisation de cendres volantes inexistante**

Comme la législation encourageant l'utilisation, il n'y a pas encore de législation pour promouvoir l'utilisation de cendre volante. Toute l'attention est focalisée sur l'extraction de nickel cobalt dont la génération d'énergie est assurée par le charbon de terre importé.

**l. Les matériels pour tester les cendres volantes non disponibles**

Madagascar dispose d'un Laboratoire National des Travaux Publics ou LNTPB. Un expert de ce Laboratoire a publié une étude sur les cendres volantes dont les tests y afférents ont été faits dans ce Laboratoire. Mais des matériels innovants sont nécessaires pour parfaire les essais afin d'obtenir des précisions.

**m. Monitoring et politique/mécanisme d'implémentation inexistent**

Les cendres volantes n'ont pas été encore au centre de discussion du thématique développement. En outre, les cendres volantes ne sont pas encore à destination public. Ceci explique l'absence de réflexe et d'initiative sur l'implémentation.

**n. Partage de connaissances défaillante**

Les connaissances sur les cendres volantes, ses caractéristiques et ses utilisations, ne sont parvenues à des utilisateurs éventuels et potentiels.

**o. Spécifications sur les cendres volantes pour les applications non cimentieuses inexistantes, résultant en substituant dans ces applications de spécifications plus restrictives pour l'utilisation de cendres volantes dans le ciment et le mortier**

Jusqu'ici, l'application de cendre volante se trouve dans le ciment et le mortier. Il y a un gap à rattraper en ce qui concerne son application dans d'autres domaines.

**p. Inexistence d'éclairage de la part des autorités compétentes sur les bénéfices concernant l'utilisation de cendres volantes**

Les autorités n'ont pas les données pour apprécier les bénéfices sur l'utilisation de cendre volante.

**q. Encouragement au niveau producteur/utilisateur inexistant**

L'activité autour de cendre volante se situe au niveau de Sherritt International (en tant que producteur) et Holcim (en tant qu'utilisateur). Vu la dimension et la portance de cette activité le souci d'encouragement n'est pas d'actualité.

**r. Absence de monitoring gouvernemental sur l'utilisation de cendres volantes**

Les cendres volantes ne sont pas, à l'heure actuelle, au centre de la préoccupation du Gouvernement malagasy.

**s. Qualité de cendres volantes présente des non brûlés**

Les cendres volantes produites par Sherritt International contiennent des imbrûlés.

**t. Qualité de finité de cendres volantes et de présence de carbone non brûlé**



Tel que mentionné dans le paragraphe ci-dessus, les cendres volantes contiennent 7.37% d'imbrûlés qui affectent significativement sa finité.

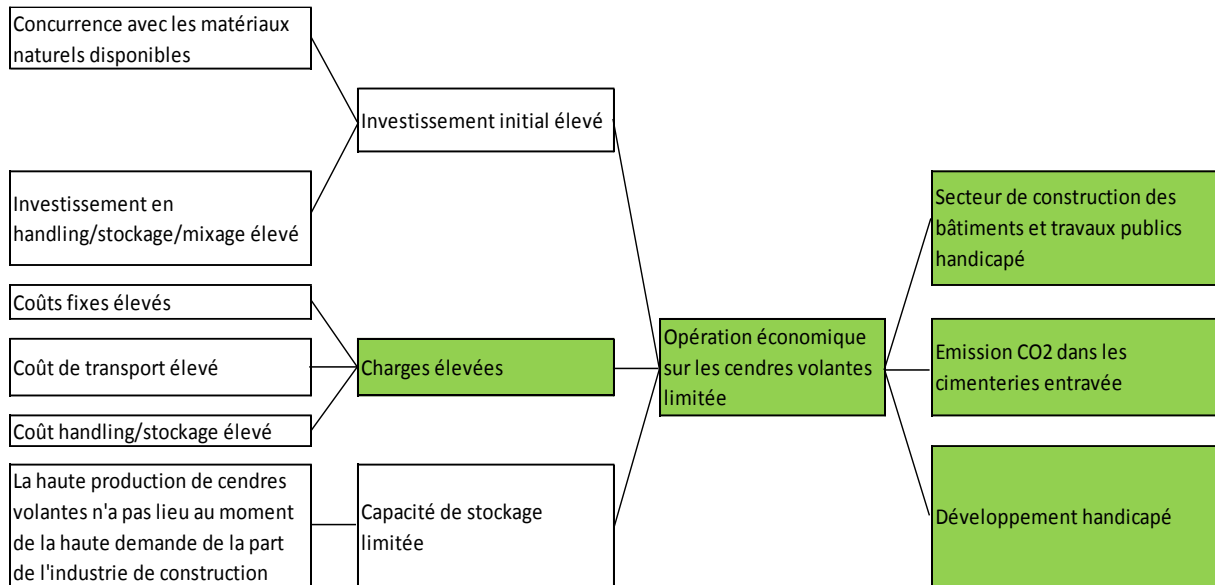
**u. Spécifications restrictives et prohibitives**

Comme les cendres volantes se trouvent encore au stade d'utilisation restreinte, les spécifications sont celles utilisées dans les pays développés.

**v. Utilisation limitée de cendres volantes dans les bétons due au manque d'information**

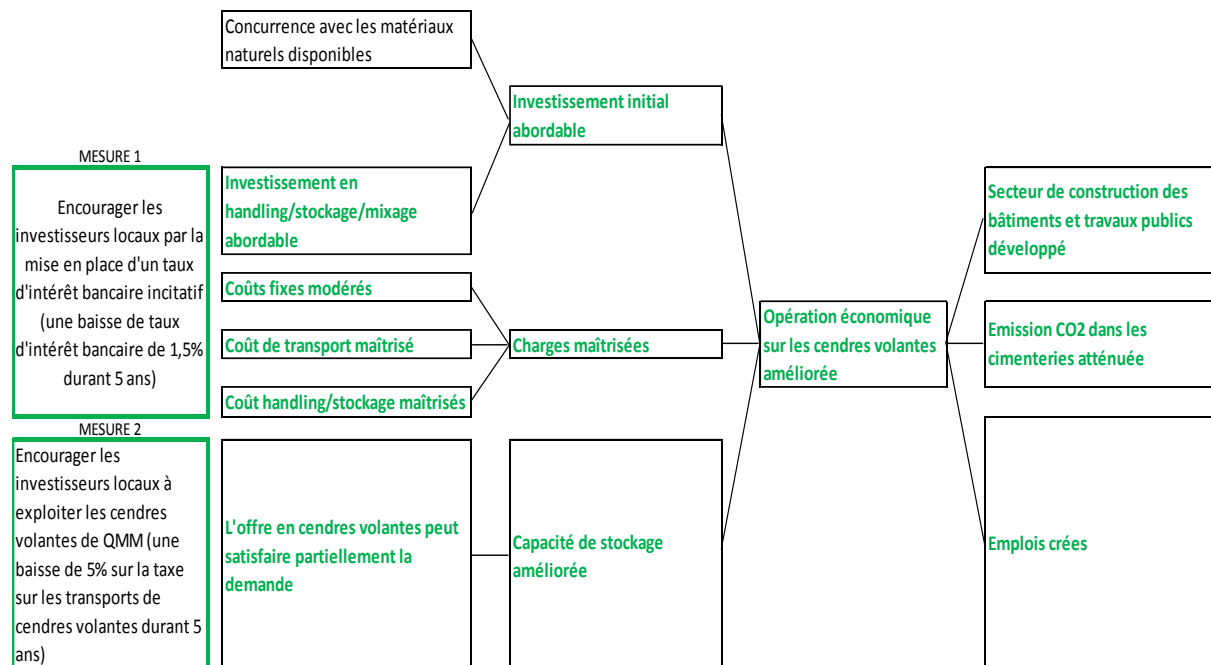
L'utilisation de cendre volante dans la fabrication des agglomérés ne sont pas partagés.

## ANNEXE 8: Hiérarchisation des barrières économiques et financières (cendres volantes)

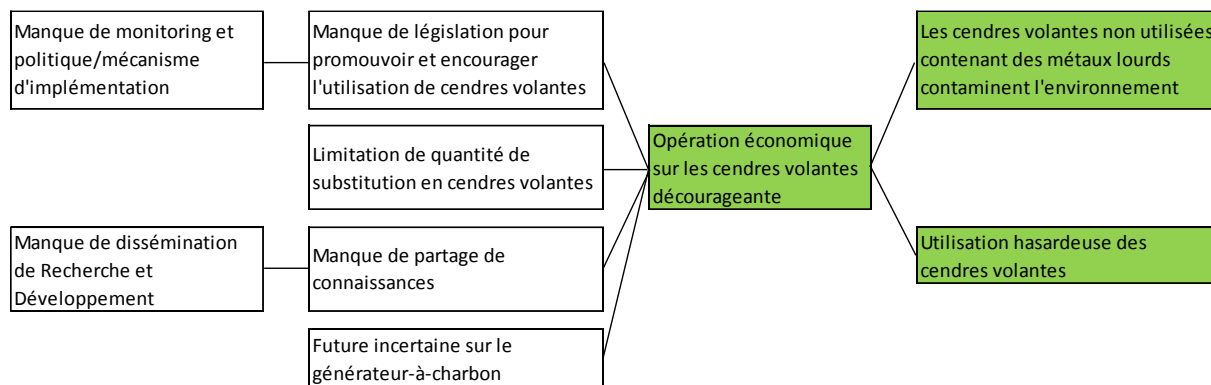


Les barrières dans les boîtes en vert sont celles rajoutées par les participants à l'atelier pour pouvoir établir la logique entre les barrières essentielles. Ainsi, la barrière centrale est « opération économique sur les cendres volantes limitée ». Les causes racines sont « concurrence avec les matériaux naturels disponibles », « investissement en handling/stockage/mixage élevé », « coûts fixes élevés », « coût de transport élevé », « coût handling/stockage élevés » et « la haute production de cendres volantes n'a pas lieu au moment de la haute demande de la part de l'industrie de construction ». Et les effets sont « secteur de construction des bâtiments et travaux publics handicapé », « émission CO2 dans les cimenteries entravée » et « développement handicapée ».

**ANNEXE9: Mesures économiques et financières identifiées pour faciliter la diffusion de la technologie « cendres volantes » et arbre à solutions**



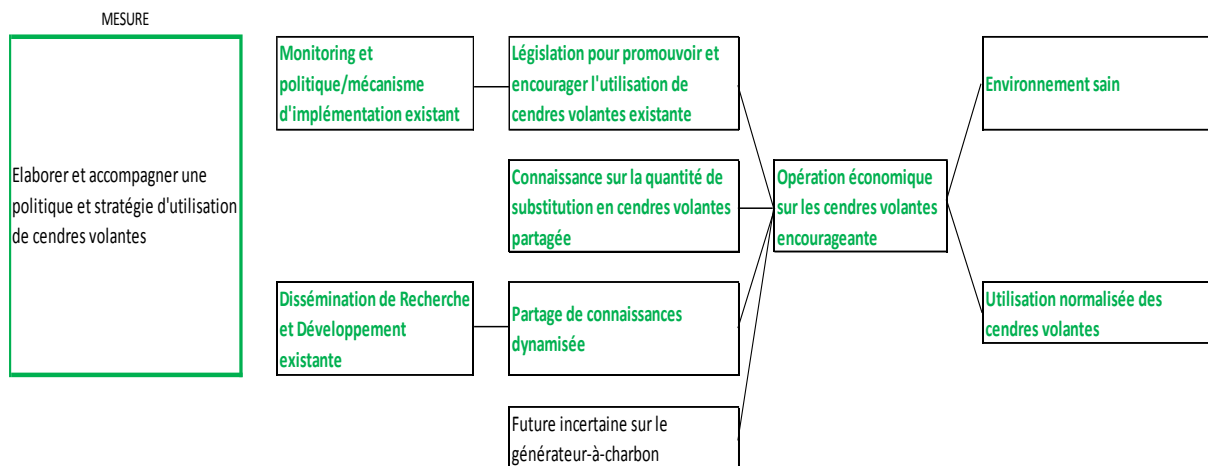
## ANNEXE 10: Hiérarchisation des barrières non financières (cendres volantes)



La barrière centrale est « opération économique sur les cendres volantes décourageante ». Les barrières racines sont « manque de monitoring et politique/mécanisme d'implémentation », « limitation de quantité de substitution en cendres volantes », « manque de dissémination de recherche et développement » et « future incertaine sur le générateur à charbon ». Les effets sont « les cendres volantes non utilisées contenant des métaux lourds contaminent l'environnement » et « utilisation hasardeuse des cendres volantes ».

Il est à noter que les barrières dans les boîtiers verts sont des barrières identifiées lors de la séance d'hiérarchisation.

**ANNEXE 11: Mesure non financière identifiée pour faciliter la diffusion de la technologie "cendres volantes" et arbre à solutions**



## **ANNEXE 12: Description des barrières économiques et financières à la diffusion de la technologie "bioplastiques"**

### **a. Alimentation animale à partir de la paille**

Les animaux se nourrissent de paille. C'est une situation qui rencontrera des problèmes dans la mesure où la paille sera utilisée dans le processus de bioplastique.

### **b. Alimentation humaine à partir du maïs**

Le maïs fait partie de l'alimentation humaine. L'amidon de maïs joue un rôle déterminant dans la fabrication de bioplastique, ce qui constitue une menace à l'alimentation humaine.

### **c. Capacité de production**

La capacité de production est faible. Pour le cas de Madagascar, par exemple, l'unique usine qui produit de bioplastique produit en moyenne 40 tonnes par an.

### **d. Continuité dans l'effort pour réduire les coûts de production**

Le coût de production de bioplastique est plus cher que celui de plastique à base de polymère. La recherche pour réduire tel coût constitue un processus continu qui engendre encore de coût.

### **e. Coût de production élevé**

Le coût de production de bioplastique est 30% plus cher que le plastique traditionnel.

### **f. Coûts synthétiques et Valeurs de vente**

La production d'un sachet plastique standard coûte environ 6 centimes d'US\$, contre 10 pour un sachet en bioplastique.

### **g. Difficile d'optimiser les bioplastiques**

Plusieurs paramètres rentrent dans la fabrication de bioplastique. Les paramètres afférents à l'alimentation humaine et à l'approvisionnement en eau ne permettent pas, pour le moment, d'optimiser les bioplastiques.

### **h. Elimination de paillis des terres cultivables**

Les terres cultivables seront transformées en terres pour cultiver les matières premières pour fabriquer le bioplastique.

### **i. Entrave au recyclage de pétroplastiques**

Si le bioplastique s'annonce en nouvelle opportunité, le recyclage de pétroplastique sera délaissé.

### **j. Ils sont notamment entre 50% et 400% plus chers que le plastique**

A Madagascar, le bioplastique est au stade de produit rare. Et automatiquement son prix est très cher.

### **k. Image négative au niveau des pratiques en agriculture**

Puisqu'il s'agit de culture intensive, donc l'utilisation des pesticides est à grande échelle.

### **l. L'emploi de ressources détournées des filières alimentaires**

Les filières alimentaires, telles que maïs, manioc et banane, seront détournées en grande partie vers cette nouvelle opportunité qu'est le bioplastique.

**m. Les bioplastiques biodégradables peuvent avoir des impacts négatifs sur les filières de recyclage**

Abandon éventuel du recyclage. Le bioplastique coûte plus cher que le plastique traditionnel.

**n. Nécessité de dispositions fiscales et réglementaires (filière des déchets)**

A Madagascar, il n'y a pas encore de texte sur la gestion des déchets plastiques. Normalement, tel texte devra promouvoir la filière recyclage déchet de telle manière que la nouvelle opportunité qu'est le bioplastique ne vient pas perturber la filière.

**o. Politique du développement durable (de l'économie du pétrole à l'économie des hydrates de carbone)**

Il n'y a pas de document politique sur l'économie du pétrole bien qu'une compagnie, Madagascar Oil, est déjà à la phase de production d'huile lourde.

**p. Prix élevés des céréales**

Les céréales seront détournées vers la fabrication de bioplastique. En effet, les céréales deviennent des produits rares donc automatiquement leur prix sera élevé.

**q. Récente explosion ces dernières années des « émeutes de la faim », dues à la hausse des prix des matières premières agricoles**

Ce n'est pas encore le cas à Madagascar. Il est constaté dernièrement qu'un léger changement de paramètre au niveau production agricole a engendré une hausse de prix. C'est le cas du dernier retard de la pluie. En effet, le bioplastique qui nécessite des dimensions de terres arables et d'énorme quantité d'eau produira les mêmes effets à Madagascar.

**r. Transfert de technologies coûteux en temps et en argent**

Les matières premières de bioplastique et l'unité de fabrication de produits en bioplastique ont été importées de l'Indonésie. Jusqu'à ce jour, on fait encore venir d'Indonésie des techniciens pour réparer la machine en cas de panne. En plus, l'importation de matières premières continuent.

**s. Utilisation de terres arables pour la culture de maïs**

La culture de maïs est une opportunité.

**t. Utilisation non durable des terres cultivables**

Il y a utilisation excessive de pesticide et d'engrais chimique pour obtenir rapidement un haut rendement.

## **ANNEXE 13: Description des barrières non financières à la diffusion de la technologie "bioplastiques"**

### **a. Accélération du taux de déforestation**

Leur fabrication exige l'usage de nombreuses ressources. Il est nécessaire d'utiliser des terres arables pour la culture du maïs. Par ailleurs, avec une production de masse, une entreprise spécialisée dans la bioplastique aura besoin d'une grande quantité des matières premières telles que la canne à sucre ou la betterave sucrière. Ceci conduira à une hausse de la déforestation.

### **b. Capacité d'assimilation du sol limitée**

Tous les bioplastiques ne sont pas assimilables par les sols car ils ne sont pas totalement dégradables (comme le bio-fragmentable) : des résidus restent donc dans la nature et polluent les sols.

### **c. Approvisionnement en eau important**

Le processus de fabrication de bioplastique nécessite une énorme quantité d'eau.

### **d. Ces polymères biodégradables peuvent alors être amenés à rejeter du méthane, en particulier en cas d'hydrolyse**

Les bioplastiques sont fondantes dans l'eau. Toutefois, les matières fondues émettent du méthane.

### **e. Confusion liée aux bioplastiques dans l'esprit des consommateurs parmi toutes les normes et logos**

L'industrie des bioplastiques n'a pas la même expérience au niveau de l'utilisation des matériaux développés récemment, des techniques de fabrication et du développement de marchés. Ce sont des raisons qui expliquent les faibles ventes réalisées par les bioplastiques jusqu'à présent en plus de la confusion des consommateurs au niveau de la terminologie.

### **f. Consommation d'eau importante pour la production de maïs**

La culture du maïs représente une importante partie de la production de bioplastiques à partir d'amidon, et demande des volumes d'eau très importants : 2.500m<sup>3</sup> d'eau par an.

### **g. Contamination des ruisseaux pour recyclage**

Les bioplastiques laissées à l'air libre sont fondues par l'eau et émettent du méthane. Par la suite ce processus de recyclage à l'air libre contamine les ruisseaux.

### **h. Détournement au compostage anaérobique**

Après usage, les bioplastiques sont laissées à l'air libre.

### **i. Durée de vie de l'ordre de 6 mois, alors qu'elle est de 3 ans pour du polyéthylène**

Courte durée de vie de bioplastique.

### **j. Efforts de communication**

Le changement de plastique au bioplastique nécessite une communication adéquate et à temps.

### **k. Emissions de Gaz à Effet de Serre**

Lors de la dégradation des matières bioplastiques du méthane est produit et libéré dans l'air et ainsi augmentent l'effet de serre.



**l. En matière de biodégradabilité, il reste difficile de séparer les polymères biodégradables des autres, et de le les traiter isolément**

La biodégradabilité de bioplastique pose une problématique.

**m. Erosion des sols**

Il est nécessaire d'utiliser, à grande échelle, des terres arables pour la culture du maïs ou autres pour la fabrication de bioplastique. Ceci conduira à une hausse de la déforestation, et par conséquent à un processus d'érosion à impact inestimable.

**n. Faible compréhension et identification du bioplastique par le public**

Son identification par les consommateurs demeure par ailleurs un peu flou et une confusion s'opère entre les notions de biodégradabilité et de biosourcé. Le scepticisme des consommateurs joue également un rôle. Ceux-ci sont en effet méfiants concernant l'utilisation d'OGM pour la fabrication de ces plastiques. De plus, bien souvent, ils émettent des réserves vis à vis de l'utilisation des ressources vivrières pour ces plastiques qui concurrencent directement l'usage alimentaire.

**o. Gros efforts de R&D pour doper les propriétés de ces bioplastiques**

Les performances des bioplastiques sont encore pour la plupart inférieures à celles de pétropolymères. Ainsi, la nécessité d'efforts importants en R&D pour augmenter le spectre du potentiel de substitution technique (à l'assaut du PE, PP, PS et PET). Par ailleurs, la transformation de ces bioplastiques par des méthodes conventionnelles (extrusion, moulage par injection, soufflage de films) nécessite des aménagements et modifications du parc-machines.

**p. Ils résistent mal à l'humidité ou aux fortes températures et constituent ainsi des produits non durables**

Les matières premières et les produits finis bioplastiques sont sensibles à l'humidité.

**q. Ils sont également dépendants des décisions des gros industriels, qui ont réellement le pouvoir de lancer des bioplastiques**

Pour l'instant, il n'existe pas de filières de valorisation identifiable. Les composteurs industriels sont tenus d'accepter ces plastiques dans leur filière, mais, notamment en ce qui concerne les usages agricoles, ils ne le font pas toujours, à cause de prétraitements nécessaires, notamment de lavage préalable, qui engendreraient un surcoût.

**r. La difficulté à recycler et l'absence de filière appropriée posent donc un problème de gestion de la biodégradabilité**

En effet, les bioplastiques sont également composés de polymères de synthèse, qui ne se recyclent pas de la même manière. Ainsi, peu de consommateurs ont accès au mécanisme spécifique qui permet un compostage efficace. Les agroplastiques risquent alors de finir dans les voies de traitement des déchets ménagers, où ils ne pourront se dégrader.

**s. La mise en forme des bioplastiques constitue également une difficulté**

Afin d'obtenir certaines propriétés physiques, des entreprises effectuent des mélanges de plastiques biodégradables avec des plastiques normaux. Le produit obtenu se dégrade ainsi suffisamment pour être considéré comme « biodégradable », en laissant des traces de plastiques à base de pétrole.

**t. La processuabilité pose également problème, puisqu'il faut souvent refaire des moules adaptés à une matière**

Les moules existants sont pour les pétroplastiques. Pour utiliser la même unité de production, il faut changer de moules si on va utiliser de bioplastique.

**u. Les bioplastiques sont inférieurs sur toutes les propriétés, en termes notamment de souplesse, ou de résistance chimique, ce qui peut poser problème pour l'emballage notamment**

Sa mise en œuvre est plus difficile que celle du PE traditionnel, qui elle est bien maîtrisée, à cause, entre autre, de sa faible résistance thermique, qui oblige à travailler dans des conditions opératoires très contrôlées.

**v. Menace la biodiversité s'il implique des déforestations et prend la forme de monoculture**  
Puisqu'il s'agit de culture intensive et industrielle, une forte tendance va vers la monoculture.

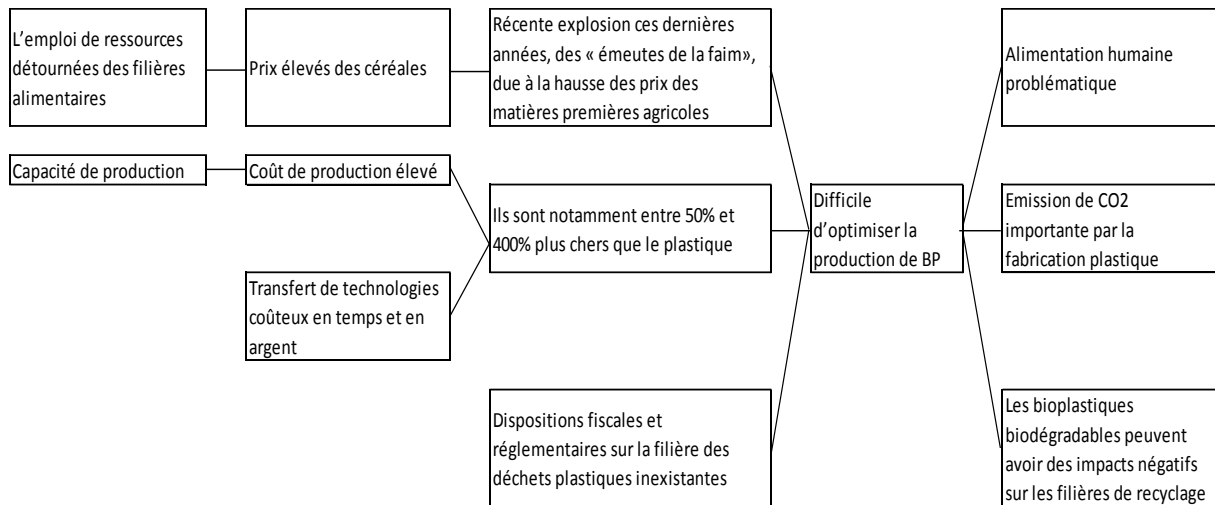
**w. Perte de la biodiversité**  
La monoculture domine les surfaces cultivables.

**x. Réceptivité des consommateurs**  
Les délais d'intégration au marché sont irréalistes. Plusieurs des fabricants de bioplastiques sont relativement nouveaux dans l'industrie comparativement aux fabricants de plastiques traditionnels. En plus, un manque d'information mine les ventes. Le manque d'information et de connaissance est généralisé aux transformateurs, aux propriétaires de marques et aux consommateurs.

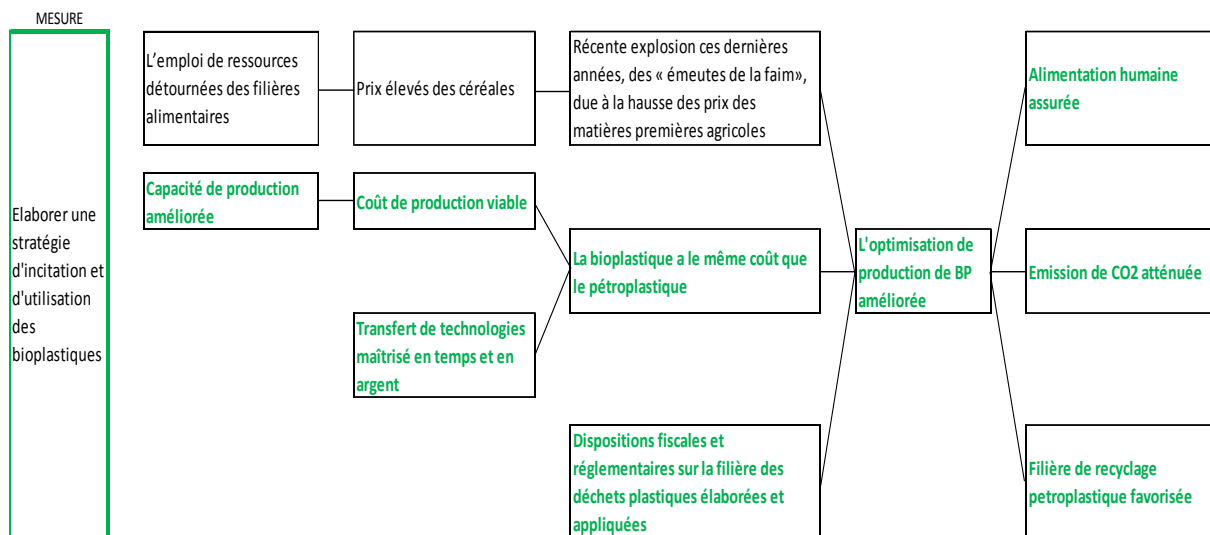
**y. Restrictions aux enfouissements**  
Madagascar ne dispose pas encore de textes relatifs à la gestion des déchets bioplastiques. Donc, le pays doit se conformer aux textes des autres. Et la restriction préconisée par ces derniers constitue une barrière à l'utilisation de bioplastique.

**z. Utilisation d'engrais et de pesticides**  
Puisqu'il s'agit de monoculture à grande échelle et haut rendement, l'utilisation d'engrais et de pesticides sont favorisée. Ce qui met le bioplastique dans le non durable.

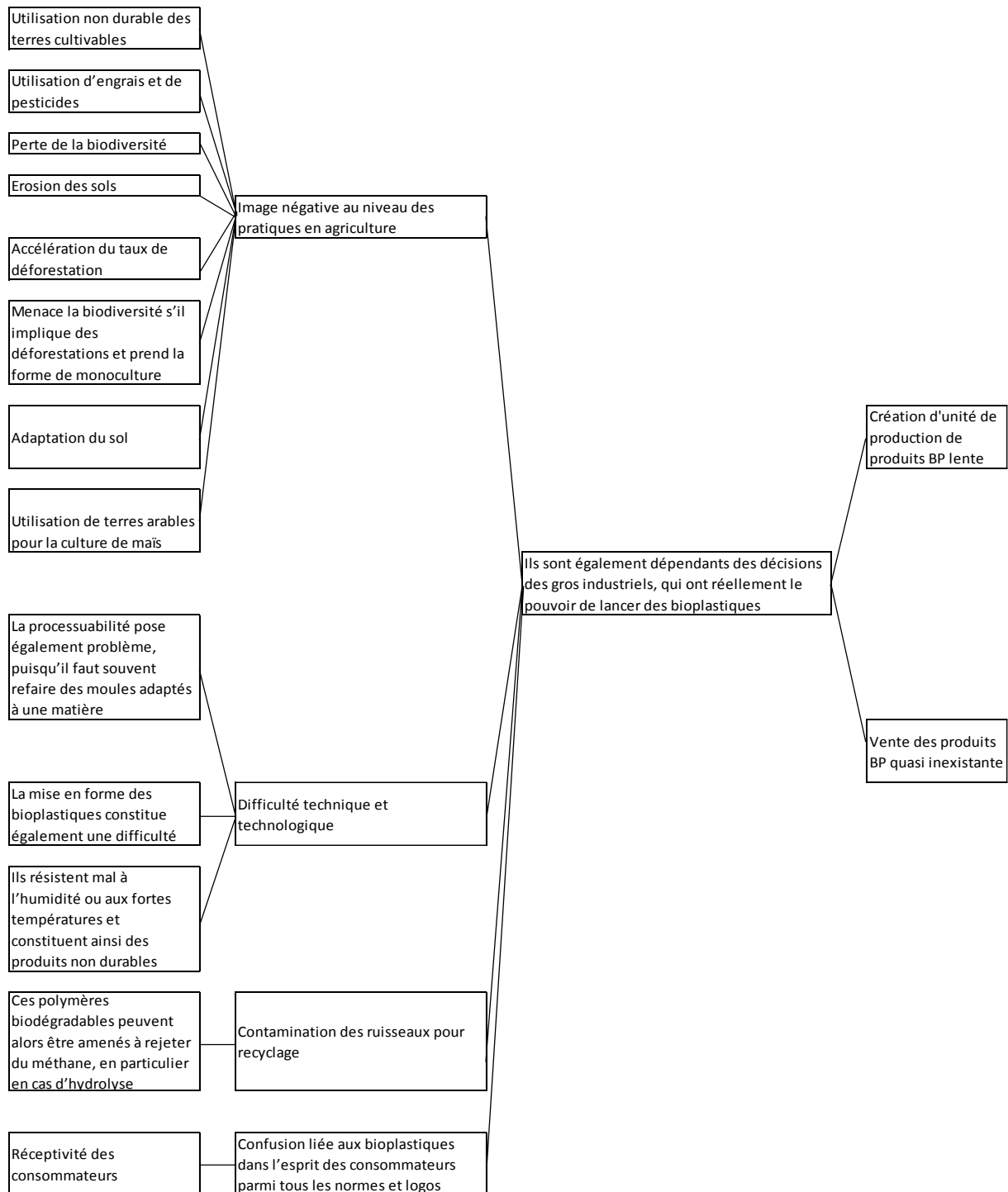
## ANNEXE14: Hiérarchisation des barrières économiques et financières de la technologie "bioplastique"



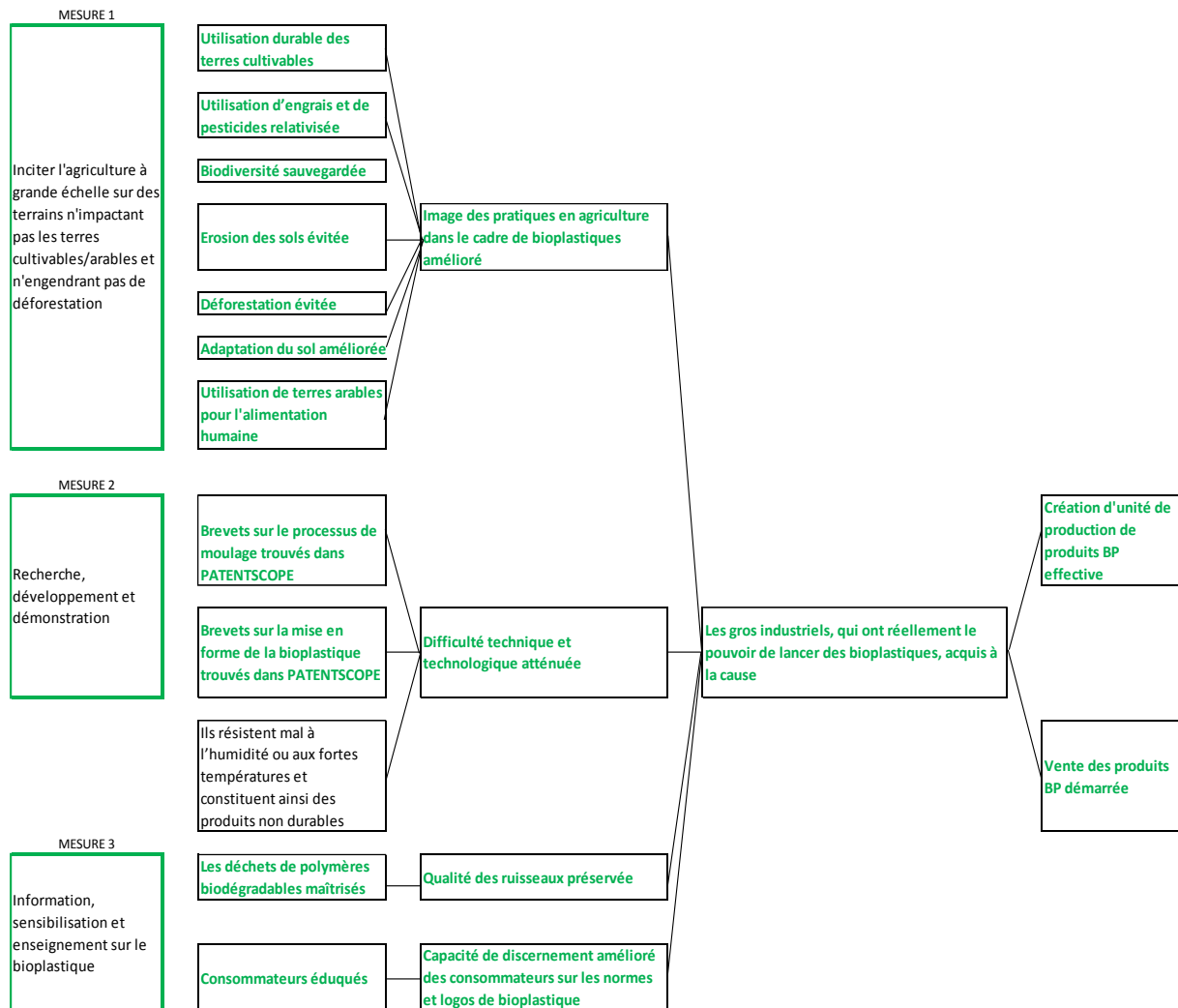
**ANNEXE15: Mesures économiques et financières identifiées pour faciliter la diffusion de la technologie « bioplastique » et arbre à solutions**



**ANNEXE 16: Hiérarchisation des barrières essentielles non financières de la technologie «bioplastique»**



## ANNEXE17: Mesures non financières identifiées pour faciliter la diffusion de la technologie "bioplastique" et arbre à solutions



## **ANNEXE18: Description des barrières économiques et financières à la diffusion de la technologie "sciure de bois"**

### **a. Approvisionnement en sciure de bois incertain**

Ce type d'approvisionnements risque d'être le plus dispendieux et le moins abondant, en termes de volume disponible, car les sciures sèches intéressent également les cartonneries et l'industrie des panneaux.

### **b. Cherté de produits bois**

Tout ce qui se raréfie devient cher et cela s'est bien évidemment vérifié sur le prix de vente de la sciure dont le cours ces dernières années est monté en flèche. Selon le dernier rapport trimestriel du CEEB le prix de la sciure a augmenté de plus de 7% entre 2012 et 2013. A Madagascar, la sciure de bois est laissée à l'air libre.

### **c. La faiblesse de la monnaie locale impacte l'importation des pièces détachées**

La parité de l'Ariary est actuellement de 1USD à 3 100 Ariary.

### **d. Le rendement économique n'est pas proportionnel aux efforts entrepris**

Sachant qu'il faut donc 2 tonnes de sciures humide pour faire 1 tonne sèche (ratio de 0.55 pour les puristes à température ambiante supérieure à 12°).

### **e. Les banques n'accordent pas un financement à long terme**

A Madagascar, on a plutôt des banques d'affaires que de banques de développement.

### **f. Les entreprises espèrent un retour d'investissement rapide**

C'est une culture propre à la majorité d'entrepreneurs.

### **g. Réticence sur l'investissement**

Il y a méconnaissance des potentiels de sciure de bois. Aussi, les connaissances autour de cette filière ne sont pas encore connues.

### **h. Rupture des approvisionnements en bois sur le marché local**

Il y a beaucoup d'exportation de bois brut. Mais, il y a aussi un système qui ne fonctionne pas bien au sein de l'entreprise étatique qui produit des bois de construction. La gestion des forêts rencontre également des problématiques jusqu'ici non résolues.

### **i. Taxation**

La taxation sur le bois est exorbitante. D'ailleurs il n'y a pas de texte clair à ce propos. Le transport de bois est aussi taxé par des séries de contrôle.

## **ANNEXE19: Description des barrières non financières à la diffusion de la technologie "sciure de bois"**

### **a. Absence de personnel qualifié pour assurer le fonctionnement et la maintenance des machines**

Généralement les techniciens existants sont de gens qui ont regardé comment faire. En plus, les formations sur le tas sont rares.

### **b. Difficulté d'accès aux nouvelles technologies**

Le prix des nouvelles technologies ne sont pas à la portée des entreprises.

### **c. Environnement institutionnel changeant**

Il y a instabilité politique et de gouvernance même au niveau ministère.

### **d. Environnement politique instable**

Il y a changement fréquent de Ministre en charge de la forêt (3 ministres en 3 ans).

### **e. Equipement obsolète**

Les équipements existants sont des occasions en provenance d'Europe. Rare sont les entreprises qui peuvent acheter des équipements neufs.

### **f. Faible exposition de business skills**

Il n'y a pas eu en amont des formations adéquates (technique, gestion, marketing) au métier du bois. La grande majorité des gens opérant dans le bois a appris sur le tas.

### **g. Hétérogénéité d'espèces de bois**

Il y a au minimum sept espèces de bois travaillés dans les scieries.

### **h. Inertie dans l'introduction de nouveaux instruments de politique**

L'initiative de création de nouveaux instruments de politique part généralement des partenaires techniques et financiers.

### **i. Le département en charge de la forêt n'a pas l'idée pour émettre des textes afférents à l'utilisation de sciure de bois**

L'impact de laisser les sciures de bois à l'air libre n'a pas encore attiré l'attention du Département suscité.

### **j. La pratique de management de forêt durable n'est pas adoptée**

Le management de forêt durable relève de l'initiative des partenaires techniques et financiers.

### **k. Le Ministère en charge de la forêt n'a pas la capacité idoine lui permettant de protéger la forêt**

Il y a des ressources humaines disponibles pour ce faire, mais il y a manque de savoir-faire.

### **l. Compétence locale inexistante**

Il n'y a pas de compétence ni sur le bois ni sur la sciure de bois.

### **m. Connaissances sur les pertes en bois inexistantes**

Les pertes en bois ne sont pas valorisées.



**n. Connaissances sur l'utilisation de sciure de bois inexistantes**

Les documents sur l'utilisation de sciure de bois ne sont pas disponibles.

**o. Technologie non disponible**

La technologie est chère car c'est importé.

**p. Formations sur l'utilisation de sciure de bois non organisées**

L'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo produit des mémoires d'ingénieur sur l'utilisation de sciure de bois. Mais une formation proprement dite sur cette filière n'existe pas.

**q. Le Ministère en charge de la forêt ne dispose pas de logistique adéquate lui permettant de protéger la forêt**

La logistique d'un ministère dépend d'un projet monté par les partenaires techniques et financiers. Si ce projet n'existe pas, la logistique n'existe pas non plus.

**r. Normes d'utilisation de sciure de bois non disponibles**

Comme mentionné dans p., l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo produit des mémoires d'ingénieur sur l'utilisation de sciure de bois. Tels mémoires mentionnent les normes à la suite des recherches entrepris par les élèves ingénieurs.

**s. Effectif de personnel qualifié à tous les niveaux insuffisant**

Les centres de formation professionnelle existants dispensent des formations inadéquates aux besoins des entreprises opérantes en bois.

**t. Sensibilisation pour l'utilisation de la sciure de bois faible**

La sciure de bois n'a pas encore attiré l'attention de la population ou une utilisation clé de la sciure de bois n'a pas encore été dévoilée.

**u. Niveau d'intégration verticale et horizontale en stratégie d'affaires faible**

La stratégie d'affaires a été élaborée vite fait. En effet, il y a eu des points manquants.

**v. Planification stratégique formelle impropre**

Il s'agit de planification stratégique élaborée vite fait. En effet, elle n'a pas pu faire face aux problématiques soulevées.

**w. Problème d'espèces moins connus en implémentation de plan de management de forêt durable**

Le management de forêt durable ne concerne que les espèces endémiques.

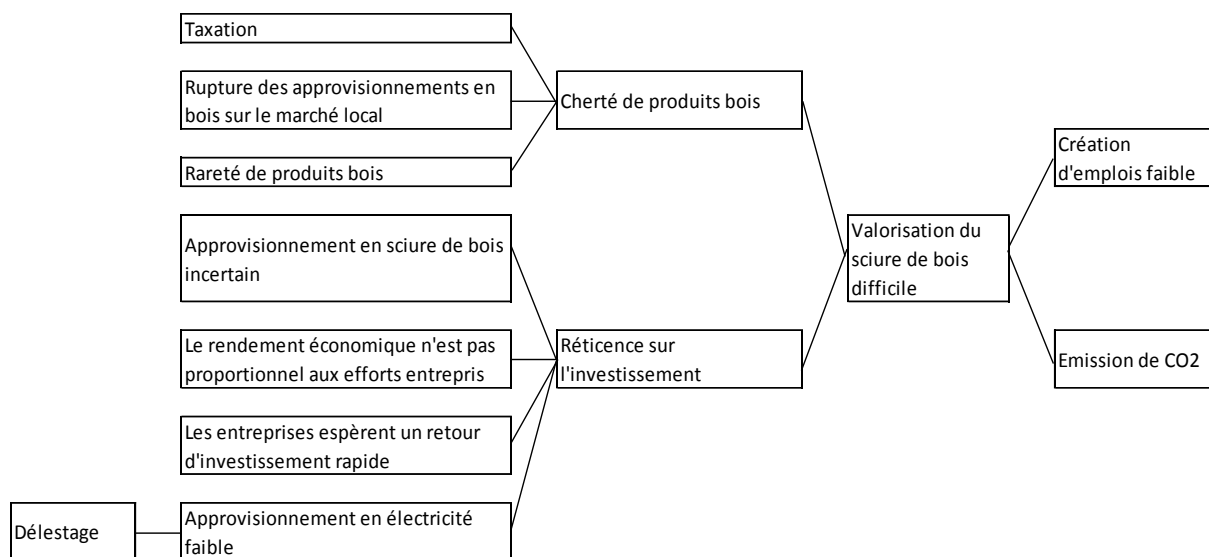
**x. Rareté de produits bois**

Des blocages en série engendrent cette rareté : permis de coupe, contrôles durant le transport et autres dysfonctionnements du système.

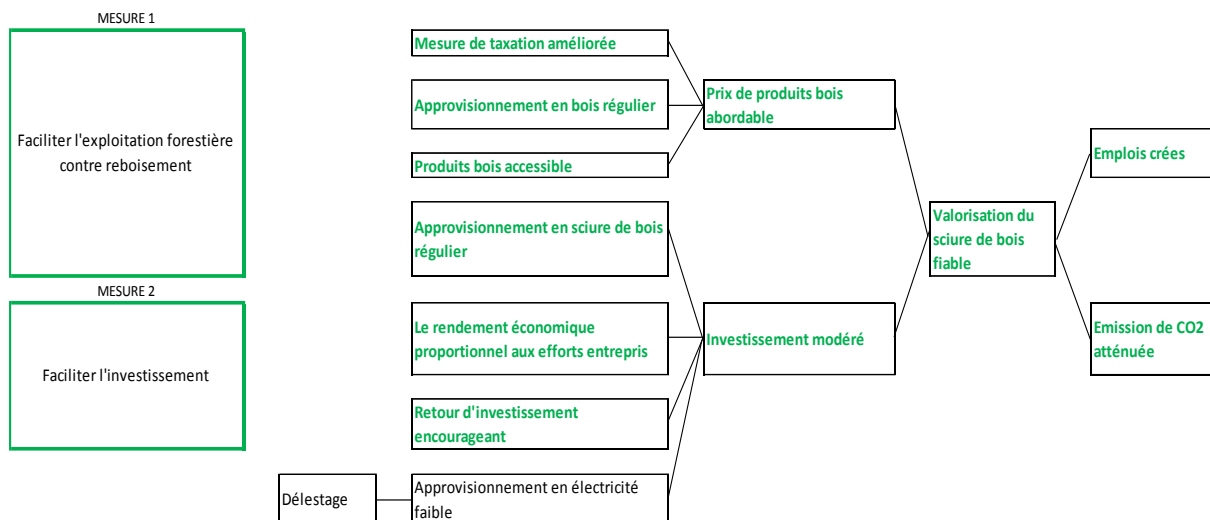
**y. Sites de production loin des marchés**

La forêt produisant de bois pour la construction se trouve dans un rayon de 100km.

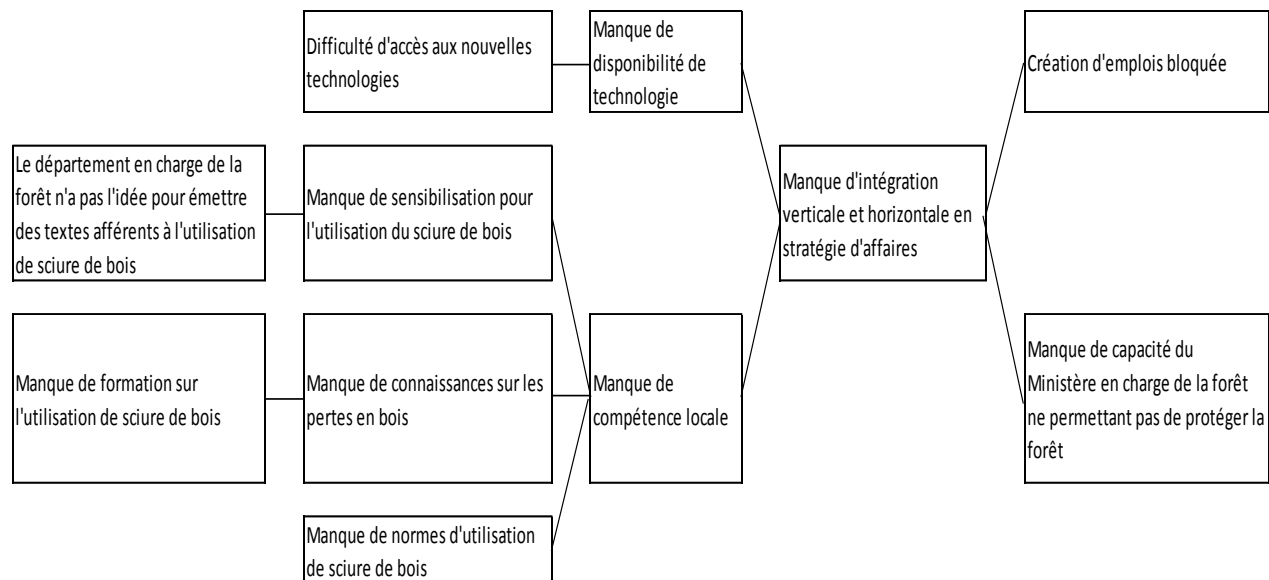
**ANNEXE 20: Hiérarchisation des barrières essentielles économiques et financières de la technologie  
« sciure de bois »**



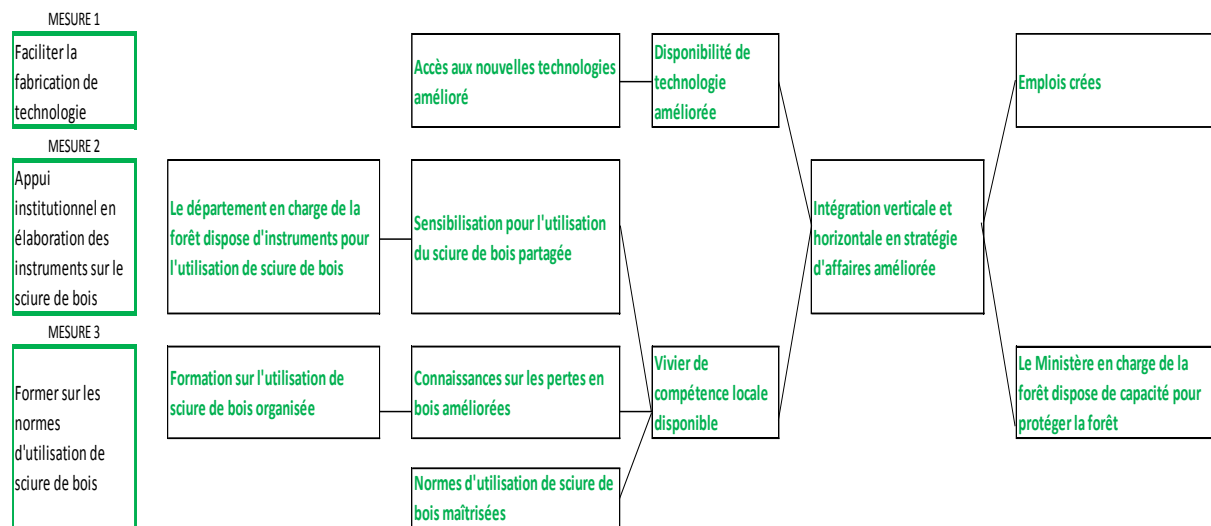
## ANNEXE 21: Mesures économiques financières identifiées pour faciliter la diffusion de la technologie « sciure de bois »



**ANNEXE 22: Hiérarchisation des barrières essentielles non financières de la technologie « sciure de bois »**



## ANNEXE 23: Mesures non financières identifiées pour faciliter la diffusion de la technologie « sciure de bois »





## ANNEXE 25: Les participant(e)s aux ateliers de travail

### TECHNOLOGIE : Sciure de bois

N°	NOM et Prénoms	PROVENANCE	COORDONNEES
1	RAMAMONJISOA Mamitiana	CNRIT	033 02 004 22 <a href="mailto:mtr_mamitiana@yahoo.fr">mtr_mamitiana@yahoo.fr</a>
2	ANDRIANTAHINA Tsiry	Laboratoire SIPI	034 49 661 02 <a href="mailto:tsiryandriantahina@yahoo.fr">tsiryandriantahina@yahoo.fr</a>
3	RAZANAJATOVO Salohy	Bois et Construction	033 37 452 76
4	ANDRIAMANALINA William	Ecole Supérieure Polytechnique	033 14 081 39 <a href="mailto:gadogle@gmail.com">gadogle@gmail.com</a>
5	JOELIHARITAHAKA	Ecole Supérieure Polytechnique	033 14 412 97

SIPI : Système et Ingénierie de Projets Industriels

**TECHNOLOGIE : Bioplastique**

N°	NOM et Prénoms	PROVENANCE	COORDONNEES
1	RAKOTOARIMINO Herisoa	Laboratoire SIPI	034 05 036 29 <a href="mailto:minosoh@live.fr">minosoh@live.fr</a>
2	RABENIARISOA Ralibnja	GASYPLAST	032 12 900 05 <a href="mailto:benja.rabeniarisoa@gasyplast.com">benja.rabeniarisoa@gasyplast.com</a>
3	RAKOTOVAO Hery	Consultant en bioplastiques	034 39 724 06 <a href="mailto:hery.rakotovao@yahoo.fr">hery.rakotovao@yahoo.fr</a>
4	RAMANANTOANINA Harinaivo	Ordre des Ingénieurs	034 19 448 07 <a href="mailto:rilaidama@yahoo.co.uk">rilaidama@yahoo.co.uk</a>
5	RAHOELISON Toky	Laboratoire SIPI	034 19 282 27 <a href="mailto:toky.rahoelison@yahoo.com">toky.rahoelison@yahoo.com</a>
6	SOLOARIVELO Zomaharavo	BIOPLAST	034 49 038 95



## TECHNOLOGIE : Cendre Volante

N°	NOM et Prénoms	PROVENANCE	COORDONNEES
1	ROBINIRINA Aubert	Ordre des Ingénieurs	033 11 471 48 <a href="mailto:aubertrob@yahoo.fr">aubertrob@yahoo.fr</a>
2	KOERA Ravelonarivo	Ministère de la Justice	034 29 624 66 <a href="mailto:koeraravelonarivo@yahoo.fr">koeraravelonarivo@yahoo.fr</a>
3	FARALAHY Dimitri	MIDSP	034 84 484 55 <a href="mailto:dfaralahy@yahoo.fr">dfaralahy@yahoo.fr</a>
4	RAKOTONINDRAINA Tony	HOLCIM	034 69 079 98 <a href="mailto:tony.rakotonindraina@lafargeholcim.com">tony.rakotonindraina@lafargeholcim.com</a>
5	RAZERMERA Wilfried	Consultant en cendres volantes	034 11 304 54 <a href="mailto:wilfried.razermiera@live.fr">wilfried.razermiera@live.fr</a>

SIPI : Système et Ingénierie de Projets Industriels