



HAL
open science

Mise en place d'un pôle intégré d'excellence pour les énergies renouvelables. Cas de l'énergie solaire en Afrique de l'Ouest

Christophe Gbossou

► To cite this version:

Christophe Gbossou. Mise en place d'un pôle intégré d'excellence pour les énergies renouvelables. Cas de l'énergie solaire en Afrique de l'Ouest. Autre. Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne, 2013. Français. NNT : 2013EMSE0694 . tel-00904378

HAL Id: tel-00904378

<https://theses.hal.science/tel-00904378>

Submitted on 14 Nov 2013

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



NNT: 2013 EMSE 0694

THESE

présentée par

CHRISTOPHE GBOSSOU

pour obtenir le grade de Docteur
de l'Ecole nationale Supérieure des Mines de saint Etienne

Spécialité : Sciences et Génie de l'environnement

*Mise en place d'un pôle intégré d'excellence pour les
énergies renouvelables. Cas de l'énergie solaire en Afrique
de l'Ouest.*

Soutenue à Saint Etienne le 7 juin 2013

Membres du jury :

Rapporteurs :

M. Siaka TOURE

Mme Anne-Françoise GARÇON

Professeur / Université de Cocody, Côte d'Ivoire

Professeure / Université Panthéon-Sorbonne Paris 1

Examineurs :

M. Jacques PERCEBOIS

Mme Sandrine BERGER-DOUCE

M Christian BRODHAG

Professeur / CREDEN Montpellier 1

Docteur / ENSM Saint Etienne

Directeur de recherche / ENSM Saint Etienne

**Spécialités doctorales : SCIENCES ET
GENIE DES MATERIAUX MECANIQUE
ET INGENIERIE
GENIE DES PROCÉDÉS
SCIENCES DE LA TERRE
SCIENCES ET GENIE DE L'ENVIRONNEMENT
MATHÉMATIQUES APPLIQUÉES
INFORMATIQUE
IMAGE, VISION, SIGNAL
GENIE INDUSTRIEL
MICROÉLECTRONIQUE**

Responsables :
K. Wolski Directeur de recherche
S. Draper, professeur
F. Gruy, Maître de recherche
B. Guy, Directeur de recherche D.
Grillot, Directeur de recherche O.
Roustant, Maître-assistant
O. Boissier, Professeur
JC. Poinli, Professeur
A. Dolgui, Professeur

| EMSE : Enseignants-chercheurs et chercheurs autorisés à diriger des thèses de doctorat (titulaires d'un doctorat d'État ou d'une HDR) | | | | |
|---|--------------|------------------------|--------------------------------------|-------|
| AVRIL | Stéphane | PR2 | Mécanique et ingénierie | CIS |
| BATTON-HUBERT | Mireille | PR2 | Sciences et génie de l'environnement | FAYOL |
| BEN ABEN | Patrick | PR1 | Sciences et génie des matériaux | CMP |
| BERNACHE-ASSOLLANT | Didier | PR0 | Génie des Procédés | CIS |
| BIGOT | Jean Pierre | MR(DR2) | Génie des Procédés | SPIN |
| BLAL | Essaid | DR | Sciences de la Terre | SPIN |
| BOISSIER | Olivier | PR1 | Informatique | FAYOL |
| BORBELY | Andras | MR(DR2) | | SMS |
| BOUCHEUR | Xavier | PR2 | Génie Industriel | FAYOL |
| BRODHAG | Christian | DR | Sciences et génie de l'environnement | FAYOL |
| BURLAT | Patrick | PR2 | Génie Industriel | FAYOL |
| COLLOT | Philippe | PR0 | Microélectronique | CMP |
| COURNIL | Michel | PR0 | Génie des Procédés | DIR |
| DARRIEULAT | Michel | IGM | Sciences et génie des matériaux | SMS |
| DAUZERE-PERES | Stéphane | PR1 | Génie Industriel | CMP |
| DEBAYLE | Johan | CR | Image Vision Signal | CIS |
| DELAFOSE | David | PR1 | Sciences et génie des matériaux | SMS |
| DESRAYAUD | Christophe | PR2 | Mécanique et ingénierie | SMS |
| DOLGUI | Alexandre | PR0 | Génie Industriel | FAYOL |
| DRAPIER | Sylvain | PR1 | Mécanique et ingénierie | SMS |
| FEILLET | Dominique | PR2 | Génie Industriel | CMP |
| FOREST | Bernard | PR1 | Sciences et génie des matériaux | CIS |
| FORMISYAN | Pascal | PR0 | Sciences et génie de l'environnement | DIR |
| FRACZKIEWICZ | Anna | DR | Sciences et génie des matériaux | SMS |
| GARCIA | Daniel | MR(DR2) | Génie des Procédés | SPIN |
| GIRARDOT | Jean-jacques | MR(DR2) | Informatique | FAYOL |
| GOEURIOU | Dominique | DR | Sciences et génie des matériaux | SMS |
| GRAILLOT | Didier | DR | Sciences et génie de l'environnement | SPIN |
| GRASSEAU | Philippe | DR | Génie des Procédés | SPIN |
| GRUY | Frédéric | PR1 | Génie des Procédés | SPIN |
| GUY | Bernard | DR | Sciences de la Terre | SPIN |
| GUYONNET | René | DR | Génie des Procédés | SPIN |
| HAN | Woo-Suck | CR | | SMS |
| HERRI | Jean-Michel | PR1 | Génie des Procédés | SPIN |
| INAL | Karim | PR2 | Microélectronique | CMP |
| KLOCKER | Helmut | DR | Sciences et génie des matériaux | SMS |
| LAFOREST | Valérie | MR(DR2) | Sciences et génie de l'environnement | FAYOL |
| LERICHE | Rodolphe | CR | Mécanique et ingénierie | FAYOL |
| LI | Jean-Michel | | Microélectronique | CMP |
| MALLIARAS | Georges | PR1 | Microélectronique | CMP |
| MOLIMARD | Jérôme | PR2 | Mécanique et ingénierie | CIS |
| MONTHEILLET | Franck | DR | Sciences et génie des matériaux | SMS |
| PERIER-CAMBY | Laurent | PR2 | Génie des Procédés | DFG |
| PIJOLAT | Christophe | PR0 | Génie des Procédés | SPIN |
| PIJOLAT | Michèle | PR1 | Génie des Procédés | SPIN |
| PINOLI | Jean-Charles | PR0 | Image Vision Signal | CIS |
| ROUSTANT | Olivier | MA(MDC) | | FAYOL |
| STOLARZ | Jacques | CR | Sciences et génie des matériaux | SMS |
| SZAFNICKI | Konrad | MR(DR2) | Sciences et génie de l'environnement | CMP |
| TRIA | Assia | | Microélectronique | CMP |
| VALDIVIESO | François | MA(MDC) | Sciences et génie des matériaux | SMS |
| VIRICELLE | Jean-Paul | MR(DR2) | Génie des Procédés | SPIN |
| WOLSKI | Krzysztof | DR | Sciences et génie des matériaux | SMS |
| XIE | Xiao-lan | PR1 | Informatique | CIS |
| ENISE : Enseignants-chercheurs et chercheurs autorisés à diriger des thèses de doctorat (titulaires d'un doctorat d'État ou d'une HDR) | | | | |
| FORTUNIER | Roland | PR | Sciences et Génie des matériaux | ENISE |
| BERGHEAU | Jean-Michel | PU | Mécanique et Ingénierie | ENISE |
| DUBUJET | Philippe | PU | Mécanique et Ingénierie | ENISE |
| LYONNET | Patrick | PU | Mécanique et Ingénierie | ENISE |
| SMUROV | Igor | PU | Mécanique et Ingénierie | ENISE |
| ZAHOUANI | Hassan | PU | Mécanique et Ingénierie | ENISE |
| BERTRAND | Philippe | MCF | Génie des procédés | ENISE |
| HAMDI | Hédi | MCF | Mécanique et Ingénierie | ENISE |
| KERMOUCHE | Guillaume | MCF | Mécanique et Ingénierie | ENISE |
| RECH | Joël | MCF | Mécanique et Ingénierie | ENISE |
| TOSCANO | Rosario | MCF | Mécanique et Ingénierie | ENISE |
| GUSSAROV Andrey | Andrey | Enseignant contractuel | Génie des procédés | ENISE |

| | | | |
|----------|------------------------------------|----------|-----------------------------|
| PR0 | Professeur classe exceptionnelle | Ing. | Ingénieur |
| PR1 | Professeur 1 ^{ère} classe | MCF | Maître de conférences |
| PR2 | Professeur 2 ^{ème} classe | MR (DR2) | Maître de recherche |
| PU | Professeur des Universités | CR | Chargé de recherche |
| MA (MDC) | Maître assistant | EC | Enseignant-chercheur |
| DR | Directeur de recherche | IGM | Ingénieur général des mines |

| | |
|-------|--|
| SMS | Sciences des Matériaux et des Structures |
| SPIN | Sciences des Processus Industriels et Naturels |
| FAYOL | Institut Henri Fayol |
| CMP | Centre de Microélectronique de Provence |
| CIS | Centre Ingénierie et Santé |



NNT : 2013 EMSE 0694

THESE

présentée par

CHRISTOPHE GBOSSOU

pour obtenir le grade de Docteur

de l'Ecole nationale Supérieure des Mines de saint Etienne

Spécialité : Sciences et Génie de l'environnement

Mise en place d'un pôle intégré d'excellence pour les énergies renouvelables. Cas de l'énergie solaire en Afrique de l'Ouest.

Soutenue à Saint Etienne le 7 juin 2013

Membres du jury :

Rapporteurs :

M. Siaka TOURE

Mme Anne-Françoise GARÇON

Professeur / Université de Cocody, Côte d'Ivoire

Professeure / Université Panthéon-Sorbonne Paris 1

Examineurs :

M. Jacques PERCEBOIS

Mme Sandrine BERGER-DOUCE

M Christian BRODHAG

Professeur / CREDEN Montpellier 1

Docteur / ENSM Saint Etienne

Directeur de recherche / ENSM Saint Etienne

A ***Gustave GBOSSOU***

AVANT PROPOS

C'est au cours du colloque « défis énergétiques et environnementaux : solutions pour un développement durable », organisé par l'Institut de l'énergie et de l'environnement (IEPF, Québec, CANADA), en collaboration avec l'Agence universitaire de la Francophonie (AUF), en juin 2008 à Québec, que le concept de « pôles intégrés d'excellence » (PIE) a émergé, partant du constat que « les actions de renforcement de capacités demeurent au centre des processus de développement et constituent les instruments privilégiés des acteurs internationaux, dans les pays du Sud, et notamment sur le continent africain, elles sont malheureusement handicapées et d'un impact très limité compte tenu de la faible taille critique des opérations, de l'absence de capitalisation des actions, de leur dépendance aux financements externes et du manque de soutien pérenne par les autorités locales. Ces opérations consolident assez peu, au final, le tissu de connaissances locales et ne permettent pas aux résultats de la recherche d'être valorisés ». Les PIE visent à résoudre l'ensemble de ces insuffisances par le double jeu de l'intégration des acteurs et de leurs activités.

La présente thèse s'est donc fixé pour objectif au fond de concevoir un dispositif innovant de mise en place des pôles intégrés d'excellence, en partant de l'exploration, dans une démarche de recherche-action, du cas de l'énergie solaire dans trois territoires : Burkina Faso, Côte d'Ivoire et Sénégal, Etats dont trois organisations de renommée régionale et internationale ont adhéré au concept.

L'éloignement (thèse à l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint Etienne, France), l'immensité du terrain délimité (trois Etats d'Afrique de l'Ouest) et l'ambition régionale, l'absence de bases de données constituées et des difficultés de financement durant les deux premières années de la thèse n'ont pas rendu la tâche aisée ; Cependant ce travail a permis (i) une indispensable identification des acteurs, (ii) l'évaluation des interactions existantes entre eux et (iii) la modélisation d'un cadre commun d'actions (réseau) ayant pour objectifs la diffusion de connaissances et le renforcement de capacités.

Elle propose, et cela en fait sa valeur ajoutée, une méthodologie générale à suivre pour la mise en place de pôles intégrés dans des domaines autres que l'énergie et dans des territoires autres que l'Afrique de l'Ouest.

REMERCIEMENTS

Je voudrais ici remercier toutes les personnes dont la contribution a permis de conduire et finaliser ce travail de thèse.

L'Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie (IEPF) y a fortement contribué en me permettant de réaliser auprès des acteurs du futur pôle plusieurs missions notamment au Burkina Faso, en Côte d'Ivoire, au Sénégal, au Cap Vert et au Canada.

Je voudrais à cet effet exprimer ma gratitude à la Directrice Madame Fatimata DIA, à messieurs Jean Pierre NDOUTOUM, Ibrahima DABO et Louis Noel JAIL pour leur sollicitude, leur soutien et leur disponibilité à me communiquer les actes des rencontres relatives à l'initiative PIE, pôles intégrés d'excellence.

La rédaction de cette thèse n'aurait pas été possible sans la disponibilité des acteurs sur le terrain, qui, lors des mes différentes missions ont accepté de collaborer entièrement en mettant à ma disposition toutes les informations relatives au projet. Je voudrais donc adresser mes sincères remerciements à

Monsieur Francis SEMPORE, Directeur de la formation ouverte et à distance et à

Monsieur Yao AZOUMA, Directeur du LESEE, Laboratoire de l'énergie solaire et de l'efficacité énergétique de la Fondation 2IE, Institut International d'ingénierie, de l'eau et de l'environnement au Burkina Faso ;

Monsieur Arnaud ZAGBAÏ, ex Directeur Général Adjoint chargé des Opérations du Bureau National des Etudes Techniques et du Développement en Côte d'Ivoire ;

Monsieur Secou SARR et Madame Nathalie NGUESSAN, respectivement Coordonnateur du Programme Energie, environnement et développement et chargée de la communication de l'ONG Internationale ENDA au Sénégal, ainsi que toute l'équipe du programme énergie;

Monsieur Kappiah MAHAMAH et Monsieur Ibrahim SOUMAÏLA, respectivement Directeur exécutif et expert en efficacité énergétique de l'ECREEE, *Ecowas center for renewable energies and energy efficiency* au Cap vert.

Les démarches pour mon inscription en thèse à l'école des mines de Saint Etienne ont été possibles grâce à Madame Natacha GONDRAN à qui je souhaiterais adresser toute ma reconnaissance pour son dévouement personnel à mon projet académique.

La disponibilité de Madame Nadine DUBRUC, qui n'a ménagé aucun effort pour se rendre disponible chaque fois que je l'ai sollicitée notamment pour évaluer l'avancement de mon travail est à saluer.

Je suis reconnaissant à toutes les personnes que j'ai pu interviewer, (les noms sont consignées en annexes), et qui m'ont ainsi permis de collecter des informations capitales pour la compréhension de la filière solaire au Burkina Faso, en Côte d'Ivoire et au Sénégal.

Finalement, un MERCI serait en réalité insuffisant pour Monsieur Christian BRODHAG, dont l'implication personnelle, durant ces années de travail est allée bien au delà de celle d'un Directeur (classique) de thèse.

TABLE DES MATIERES

| | |
|--|-----------|
| AVANT PROPOS | 1 |
| REMERCIEMENTS | 3 |
| TABLE DES MATIERES | 5 |
| LISTE DES ACRONYMES ET ABREVIATIONS | 12 |
| INTRODUCTION GENERALE | 19 |
| | |
| PARTIE I : AFRIQUE DE L'OUEST :SITUATION ENERGETIQUE; EFFETS DU RECHAUFFEMENT CLIMATIQUE ET FAIBLE NIVEAU D'EXPLOITATION DES ENERGIES RENOUVELABLES | 27 |
| I- AFRIQUE DE L'OUEST: PANORAMA | 29 |
| 1.1- Géographie et population..... | 30 |
| 1.1.1-Délimitation..... | 30 |
| 1.1.2- Evolution démographique | 31 |
| 1.2- Territoires et infrastructures..... | 31 |
| 1.2.1- Mutations des mondes rural / urbain..... | 31 |
| 1.2.2- Economie..... | 32 |
| 1.2.3- Au plan social | 35 |
| II- SITUATION DE L'ENERGIE ELECTRIQUE EN AFRIQUE DE L'OUEST | 36 |
| 2.1- Diagnostic | 36 |
| 2.1.1-La faiblesse du taux de couverture d'électrification..... | 37 |
| 2.1.2-Le coût de l'électricité dans les pays de l'UEMOA est un des plus chers..... | 38 |
| 2.1.3-L'infrastructure de production et de distribution d'électricité est vétuste et génère d'importantes pertes..... | 42 |
| 2.1.4-Insuffisance des investissements face à une demande croissante | 43 |
| 2.1.5-Faible taille des systèmes électriques pour attirer l'investissement privé et créer les conditions d'un marché concurrentiel..... | 43 |
| 2.1.6-Précarité de la situation financière des opérateurs publics d'électricité | 45 |
| 2.1.7- Les faiblesses institutionnelles freinent la mise en œuvre des nouveaux projets...46 | |
| 2.1.8-La part importante du pétrole | 47 |
| 2.2- Conséquences | 48 |
| 2.2.1- Conséquences socio-économiques..... | 48 |

| | |
|---|-----------|
| 2.2.2-Sur l'environnement et l'agriculture | 49 |
| III- LE RECHAUFFEMENT CLIMATIQUE ET SES EFFETS EN AFRIQUE DE | |
| L'OUEST | 52 |
| 3.1- Evolution du climat en Afrique de l'Ouest | 52 |
| 3.2- Conséquences du changement climatique | 53 |
| 3.2.1-Sur les Ecosystèmes..... | 53 |
| 3.2.2-Sur les ressources en eau..... | 55 |
| 3.2.3- Sur l'agriculture et la sécurité alimentaire | 55 |
| 3.2.4-Systèmes côtiers | 56 |
| 3.2.5-Peuplements humains, industrie et transports | 57 |
| 3.2.6-Energie | 57 |
| 3.2.7-Santé humaine | 58 |
| 3.2.8-Tourisme et faune | 58 |
| IV-LES ENERGIES RENOUVELABLES EN AFRIQUE DE L'OUEST..... | 59 |
| 4.1- Caractérisation des différentes technologies par source d'énergie renouvelables utilisables en Afrique de l'Ouest | 59 |
| 4.2- Géothermie et énergies marines: des énergies non disponible et non exploitées en Afrique de l'Ouest | 61 |
| 4.3- La biomasse, une ressource exploitée de façon non durable en Afrique de l'Ouest..... | 62 |
| 4.3.1- Le bois-énergie | 62 |
| 4.3.2- Les biocarburants..... | 64 |
| 4.3.3- Le biogaz..... | 65 |
| 4.3.4- Production d'électricité | 65 |
| 4.4- Des ressources disponibles mais faiblement exploitées : hydroélectricité, éolien et solaire..... | 66 |
| 4.4.1- hydroélectricité | 66 |
| 4.4.2- Energie éolienne | 66 |
| 4.4.3- L'énergie solaire | 67 |
| 4.5- Obstacles à la diffusion de l'énergie solaire en Afrique de l'Ouest | 82 |
| 4.5.1- Obstacles Institutionnels | 82 |
| 4.5.2- Obstacles Financiers | 84 |
| 4.5.3- Obstacles Technologiques..... | 85 |
| 4.5.4- Obstacles Socioculturels | 87 |
| V-CONCLUSION..... | 88 |

| | |
|--|------------|
| PARTIE II : ELEMENTS DE BIBLIOGRAPHIE ET BASES THEORIQUES | 91 |
| I- TRANSFERT DE TECHNOLOGIES ET INNOVATIONS..... | 94 |
| 1.1- Transfert de technologies..... | 94 |
| 1.2- Innovations..... | 95 |
| 1.2.1- Types d'innovations..... | 95 |
| 1.2.2- Moteurs de l'innovation..... | 97 |
| 1.2.3- L'évolution du débat push / pull..... | 98 |
| 1.2.4-Diffusion des innovations..... | 100 |
| II- SYSTEMES D'INNOVATIONS | 101 |
| 2.1- Systèmes d'innovations (OCDE)..... | 103 |
| 2.2- Système national d'innovation..... | 104 |
| 2.2.1-Catégorie 1 : les pouvoirs publics..... | 108 |
| 2.2.2-Catégorie 2 : les acteurs de la formation et la recherche..... | 109 |
| 2.2.3- Catégorie 3 : les organisations non gouvernementales..... | 109 |
| 2.2.4- Catégorie 4 : les entreprises..... | 111 |
| 2.2.5- Catégorie 5 : les consommateurs..... | 111 |
| 2.3- Ecosystèmes d'affaires..... | 112 |
| III- ACTEURS ET DIFFUSION DE L'INNOVATION | 114 |
| 3.1- ANT (Actor network theory)..... | 114 |
| 3.2- Acteurs..... | 115 |
| 3.2.1- Les non humains..... | 115 |
| 3.2.2- Les acteurs humains..... | 115 |
| IV. JEU D'ACTEURS | 119 |
| 4.1- L'acteur stratégique..... | 119 |
| 4.2- Actions et réflexion collective : le système d'action concret..... | 120 |
| V-ASPECT COGNITIF | 121 |
| 5.1 - Les Acteurs et les rationalités..... | 121 |
| 5.2- Connaissances tacites et Connaissances explicites..... | 123 |
| 5.3- Différentes communautés..... | 124 |
| 5.3.1- Communautés de pratique..... | 124 |
| 5.3.2- Communautés épistémiques..... | 125 |
| 5.3.3- Communautés académiques..... | 125 |
| 5.4- Conversion des tacites en explicites par le Processus de traduction Ba..... | 125 |
| 5.6- Renforcement de capacités..... | 127 |

| | |
|---|------------|
| VI- ELEMENTS FONDATEURS DU PIE | 128 |
| 6.1- PIE : Une innovation organisationnelle | 128 |
| 6.2- Environnement | 129 |
| 6.3- Systèmes d'information et diffusion des Connaissances | 129 |
| 6.4- Les Capacités à renforcer | 132 |
| 6.4.1- Participer aux décisions internationales | 132 |
| 6.4.2- Elaborer des stratégies et la mise en œuvre des politiques énergétiques | 132 |
| 6.4.3 - Développer des projets énergétiques à bas carbone..... | 132 |
| 6.4.4 - Gérer les relations avec les secteurs économiques | 133 |
| 6.4.5- Gérer des technologies | 133 |
| 6.4.6- Evaluer de la durabilité des politiques et projets énergétiques | 133 |
| | |
| PARTIE III : ANALYSE STRATEGIQUE DU JEU DES ACTEURS DE LA FILIERE | |
| SOLAIRE EN AFRIQUE DE L'OUEST | 135 |
| I-ENQUETES DE TERRAIN | 138 |
| 1.1- Choix de la filière « énergie solaire »..... | 138 |
| 1.2- Choix des territoires | 138 |
| II-METHODOLOGIE | 139 |
| 2.1- Constitution du corpus brut..... | 139 |
| 2.1.1- Entretiens semi-directifs..... | 140 |
| 2.1.2- Collecte d'informations..... | 141 |
| 2.1.3- La composition du corpus brut..... | 141 |
| 2.2- Grille thématique | 142 |
| 2.3- Analyse de filière..... | 143 |
| 2.3.1- Au BURKINA FASO | 145 |
| 2.3.2- En COTE D'IVOIRE | 147 |
| 2.3.3- Au SENEGAL | 149 |
| 2.4- Analyse stratégique..... | 151 |
| 2.4.1- Au Burkina Faso | 153 |
| 2.4.2- En Côte d'Ivoire | 156 |
| 2.4.3- Au Sénégal | 159 |
| III-CONCLUSIONS | 161 |
| 3.1- Les pouvoirs publics, un acteur dominant malgré une volonté faible | 162 |
| 3.2- Les entreprises et les organisations non gouvernementales, des acteurs relais..... | 163 |

| | |
|---|-----|
| 3.3- Les consommateurs, des acteurs dominés | 164 |
| 3.4- La recherche et la formation, des acteurs isolés | 164 |

PARTIE IV : CONSTRUCTION D'UN POLE INTEGRE POUR L'ENERGIE

SOLAIRE EN AFRIQUE DE L'OUEST167

I-DIAGNOSTIC DE LA FILIERE SOLAIRE EN AFRIQUE DE L'OUEST.....170

| | |
|---|-----|
| 1.1- Objectifs (politiques) mal définis | 170 |
| 1.2- Limites des actions | 170 |
| 1.3- Cloisonnement des projets | 172 |
| 1.3.1- Analyse du cadre logique (ACL) | 172 |
| 1.3.2- Matrice du Cadre logique | 172 |
| 1.3.3- Cloisonnement des acteurs | 174 |

II-CONSTRUCTION DU RESEAU D'ACTEURS.....175

| | |
|--------------------------------------|-----|
| 2.1- Objectifs | 175 |
| 2.1.1- Outils de connexion | 176 |
| 2.1.2- Connaissances produites | 177 |
| 2.1.3- Capacités renforcées | 178 |
| 2.2- Composition | 180 |
| 2.2.1- Le pôle intégré | 180 |
| 2.2.2- L'écosystème | 180 |

III- FONCTIONNEMENT.....185

| | |
|--|-----|
| 3.1 Combinaison des théories de l'acteur réseau et de l'acteur stratégique..... | 185 |
| 3.1.1- L'ANT (<i>Actor network theory</i>) | 186 |
| 3.1.2- ASO (Analyse stratégique des organisations) | 186 |
| 3.2- Rôle particulier des acteurs de la recherche et de la formation..... | 186 |
| 3.2.1- Espace de production et de diffusion de connaissances..... | 186 |
| 3.2.2- Plateforme de renforcement de capacités..... | 187 |
| 3.2.3- Un exemple de Fonctionnement de l'Ecosystème pour la mise en place de projets industriels | 189 |
| 3.3- Différents niveaux de fonctionnement..... | 190 |
| 3.3.1- Au plan national..... | 190 |
| 3.3.2- Fonctionnement comme un SAC (Système d'action concret) | 191 |
| 3.3.3- Au plan régional | 193 |

| | |
|---|------------|
| PARTIE V :PROCESSUS GENERAL DE MISE EN PLACE DE POLES INTEGRES | 199 |
| I-PROBLEMATISATION | 202 |
| 1.1- Identification (sélection) des acteurs | 202 |
| 1.1.1- Catégories d'acteurs | 203 |
| 1.1.2- Evaluation des activités | 204 |
| 1.2- Etude des interactions | 205 |
| II-INTERESSEMENT | 207 |
| 2.1- Le point de passage obligé (PPO) | 207 |
| 2.2- Le dispositif d'intéressement | 208 |
| III-ENROLEMENT | 209 |
| 3.1- la répartition des tâches | 209 |
| 3.2- Les rôles (fonctions) du PIE | 209 |
| 3.2.1- La production et la circulation de connaissances | 209 |
| 3.2.2- Le renforcement de capacités | 210 |
| IV- MOBILISATION DES ACTEURS | 211 |
| 4.1-La représentativité | 211 |
| 4.2-La coordination des activités | 211 |
| V-Scénarios de mise en place de pôles intégrés | 212 |
| 5.1- Existence d'un réseau d'acteurs plus ou moins organisé | 212 |
| 5.2- Existence d'acteurs non organisés en réseau | 212 |
| 5.3- Synthèse des étapes de construction des pôles intégrés | 213 |
| CONCLUSION | 216 |
| ANNEXES | 218 |
| I-GENESE DU PROJET DE PIEE | 219 |
| 1.1- Le concept de PIE (Pôle intégré d'excellence) | 219 |
| 1.2- Etapes de la conception des pôles intégrés d'excellence | 220 |
| 1.3- Etapes de construction du projet expérimental | 221 |
| II- GUIDE D'ENTRETIENS | 222 |
| 2.1- Méthodologie de construction du guide | 222 |
| 2.2- Le questionnaire | 223 |
| 2.3- Les personnes interviewées | 224 |
| III-SYNTHESE DES RESULTATS D'ENQUETE | 226 |
| REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES | 232 |

| | |
|-----------------------|------------|
| ABSTRACT | 252 |
| RÉSUMÉ: | 253 |

LISTE DES ACRONYMES ET ABREVIATIONS

AAPB : Association africaine des producteurs de biocarburants

ABPP : *Africa biogas partnership programme*

ACDI : Agence canadienne de développement international

ADER : Association pour le développement économique et régional

AFD : Agence française de développement

AFRICAPOLIS : Etude de l'urbanisation en Afrique de l'Ouest

AIE : Agence internationale de l'énergie

AND : Autorité nationale désignée

ANT : *Actor network theory* (Théorie de l'acteur réseau)

AREED: *African rural energy entreprise development*

ASO : Analyse stratégique des organisations

AUF : Agence universitaire de la francophonie

BAD : Banque africaine de développement

BID : Banque islamique de développement

BCEAO : Banque centrale des Etats de l'Afrique de l'Afrique de l'Ouest

BOA : *Bank of Africa*

BOT : *Build- operate - transfer*

BOO : *Build - own - operate*

BNETD : Bureau national d'études techniques et de développement (Côte d'Ivoire)

CEAO : Communauté économique de l'Afrique de l'Ouest

CEDEAO : Communauté économique des Etats de l'Afrique de l'Ouest

CEPED : Centre population et développement

CERER : Centre d'études et de recherches sur les énergies renouvelables (Sénégal)

CCNUCC : Convention cadre des Nations Unies sur le changement climatique

CNS-CI : Conseil national solaire de la Côte d'Ivoire

CNUCED : Conférence des nations Unies sur le commerce et le développement

CIE : Compagnie ivoirienne d'électricité

CIFRES : Centre international et de recherche en énergie solaire 'Dakar, Sénégal)

CILSS : Comité inter-Etat de lutte contre la sécheresse au sahel

CIRAD : Centre de Coopération International en Recherche Agronomique pour le Développement

COV : Composés organiques volatiles

CRES : Centre régional d'énergie solaire

CSAO : Club du Sahel et de l'Afrique de l'Ouest

DGEC : Direction générale de l'énergie et du climat (France)

DGEMP : Direction générale de l'Energie et des matières premières (France)

EASE: *Enabling access on energy services*

ECREEE: *Ecogas center for renewable energy and energy efficiency*

EDM : Electricité du mali

EECI : Energie électrique de Côte d'Ivoire

END : Energie non distribuée

ENDA-TM : Environnement et développement du tiers monde

ERSEN : Electrification rurale au Sénégal

FAGAS : Fonds africain de garantie et de financement

FAO: *Food and agriculture organization of United Nations*

GES : Gaz à effet de serre

GENESD: *Global network on energy for sustainable development*

GIEC : Groupe d'experts inter gouvernemental sur l'évolution du climat

GPL : Gaz de pétrole liquéfié

Gtep : Giga Tonne équivalent pétrole

GTZ : Agence de coopération technique Allemande pour le développement

GVEP: *Global village energy partnership*

GWh: Gigawatt-heure

HAP : Hydrocarbures aromatiques polycycliques

ICTSD: *International centre for trade and sustainable development*

IDEP : Institut africain de développement économique et de planification

IDH : Indicateur de développement humain

2IE : Institut international d'ingénierie de l'eau et de l'environnement

IEPF : Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie

IFHER : Institut de formation à la haute expertise et de recherche (Côte d'Ivoire)

INES : Institut National de l'énergie solaire (France)

INFORSE: *International network on energy for sustainable development*

IRED : Initiative régionale pour une énergie durable (UEMOA)

IREN : Institut de recherche des énergies nouvelles (Côte d'Ivoire)

IPP : *Independant power Producer* (Producteur indépendant d'électricité)

IRSAT/ CNRST : Institut de recherche en sciences appliquées et technologies du centre national de recherche scientifique et technologique

KVA : Kilo volt Ampère

KWc: Kilo watt crête

KWh: Kilo wattheure

LESEE : Laboratoire d'énergie solaire et d'efficacité énergétique (2IE)

MDP : Mécanisme pour le développement propre

Mtep : Méga tonne équivalent pétrole

MW : Méga watt

OCB : Organisation communautaire de base

OCDE : organisation de coopération et de développement économiques

OMD : Objectifs de millénaire pour le développement

OMS : Organisation mondiale de la santé

OMVS : organisation pour la mise en valeur du fleuve Sénégal

ONG : Organisation non gouvernementale

PEC : Politique énergétique commune

PIE : Pôle intégré d'excellence

PIEE : Pôle intégré d'excellence pour l'énergie

PNUE : Programme des Nations Unies pour l'environnement

PPI : *Project production international*

PPIAF: *Public private infrastructure advisory facility*

PPP: Partenariat public privé

PRBE: Programme régional biomasse énergie (UEMOA)

PRS: Programme régional solaire

REN 21: *Renewable energy policy network for the 21st century*

RCN: *Research council of Norway*

RIAED : Réseau international d'accès aux énergies durables

RSE : Responsabilité sociale des entreprises

SIDA : Agence Suédoise de développement international

SNI : Système national d'innovation

SPEC : *Sustainable power electric company*

UCAD : Université Cheik Anta Diop (Dakar, Sénégal)

UdeO : Université de Ouagadougou (Burkina Faso)

UEMOA : Union économique et monétaire Ouest africain

UICN : Union internationale pour la conservation de la nature

UNESCO : organisation des Nations Unies pour la science, l'éducation et la culture

UPDEA : Union des producteurs, transporteurs et distributeurs d'énergie électrique d'Afrique

SENELEC : Société nationale d'électricité du Sénégal

SIDEES : Société d'installation et de distribution d'équipements électriques solaires

SONABEL : Société nationale d'électricité du Burkina Faso

WAPP : *West african power pool*

ZIP : Zone d'intervention prioritaire

INTRODUCTION GENERALE

Sans énergie, aucune activité humaine n'est possible. C'est dire que l'énergie joue un rôle primordial dans le développement socio-économique et même dans l'amélioration de la qualité de vie. L'énergie est précieuse dans la mesure où elle permet de satisfaire les besoins vitaux des hommes. L'électricité spécifique pour certains usages, éclairage, froid, information et communication, joue un rôle essentiel dans le développement. C'est pourquoi, la grande préoccupation pour l'accès aux services énergétiques constitue depuis toujours un enjeu majeur.

Aujourd'hui, la consommation d'énergie dans le monde connaît une croissance très forte. En effet, certains pays, notamment ceux du continent asiatique, connaissent un développement économique important qui a pour conséquence une forte croissance de leur consommation d'énergie.

Selon le rapport annuel de l'AIE (Agence Internationale de l'Energie)¹, World Energy Outlook 2005, « la demande mondiale d'énergie devrait augmenter de 50 % environ d'ici les horizons 2030, avec près de 80% de cette croissance étant le fait des énergies fossiles. La conséquence est la suivante : une augmentation de 52% des émissions des gaz à effet de serre (GES), responsables du réchauffement climatique, en moins de 3 décennies ».

Face à cette situation, qui se complexifie avec le problème de la gestion des déchets nucléaires, les énergies renouvelables, qui ont un faible impact sur l'environnement et qui représentent par ailleurs un espoir pour plus de 2 milliards de personnes vivant sur notre planète sans électricité connaissent un véritable regain d'intérêt (Burger, P., 2006).

C'est à partir des chocs pétroliers des années 1970 que la plupart des Etats ont véritablement commencé à se questionner sur la diversification de leurs sources d'énergie.

Aujourd'hui, plusieurs raisons favorisent l'amplification de la réflexion sur la recherche d'énergies alternatives renouvelables: la certitude de l'épuisement des énergies fossiles à moyen ou long terme ; l'envolée du cours du pétrole ; les impacts de l'exploitation des

¹ L'Agence internationale de l'énergie (AIE) représente l'espace de discussion et de réflexion entre 27 pays membres de l'OCDE, en ce qui concerne les questions liées à l'énergie dans le monde. Ses principaux objectifs sont l'amélioration de l'offre et la demande d'énergie, l'accroissement de l'efficacité en matière d'utilisation de l'énergie et le développement de sources alternatives d'énergies.

énergies fossiles (émissions de gaz à effet de serre, pollution atmosphérique, réchauffement climatique) ; la gestion des déchets nucléaires.

Le dernier rapport spécial du GIEC sur les énergies renouvelables, Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (mai 2011) est le résultat de la comparaison par 120 chercheurs et experts de 164 scénarii de développement des énergies renouvelables dans le monde à l'horizon 2050. Il stipule que « la part d'énergies renouvelables dans l'approvisionnement mondial pourrait atteindre 80% (scénarios les plus optimistes) et contribuer considérablement à la réduction des effets du réchauffement climatique actuel ... Dans la majorité des scénarii étudiés, en 2050, le rôle des énergies renouvelables dans la limitation des émissions de gaz à effet de serre serait supérieur à celui du nucléaire et du stockage du carbone et la part des énergies renouvelables dans le mix énergétique mondial sera multipliée par un facteur compris entre 3 et 20 ».

Selon ce même rapport, « la planète utilise en ce moment moins de 2,5 % du potentiel mondial technique des énergies renouvelables. »

Le rapport mentionne par ailleurs que « ce n'est pas tant la disponibilité des ressources que les politiques publiques mises en place qui permettront ou non de développer les énergies renouvelables dans les décennies à venir ».

Le rapport spécial du Groupe de travail II du GIEC dans son chapitre 2 consacré à l'Afrique : rapporte que : « *Presque partout en Afrique, l'exploitation agricole est entièrement tributaire de la qualité de la saison des pluies, ce qui rend ce continent particulièrement vulnérable aux changements climatiques. La fréquence accrue des sécheresses pourrait considérablement amoindrir les disponibilités alimentaires, comme ce fut le cas dans la corne et le sud de l'Afrique pendant les années 80 et 90* » (GIEC, 2007).

Par la valorisation de ressources locales, et leur contribution à l'emploi et aux activités économiques, les énergies renouvelables contribuent au développement durable africain.

En Afrique, la consommation d'énergie est essentiellement concentrée en Afrique du Sud et en Afrique du Nord. La biomasse représente encore la principale source d'énergie pour la plupart des Etats d'Afrique Subsaharienne, avec environ 50% des bilans énergétiques nationaux.

Le tableau suivant montre la répartition de la consommation des différentes sources d'énergie commerciales et non commerciales en Afrique en 2008.

| Sources | Pourcentage (%) |
|------------------------|-----------------|
| Biomasse | 52 |
| Pétrole | 28 |
| Gaz naturel | 6 |
| Electricité (primaire) | 10 |
| Charbon | 4 |

Tableau 1 : Répartition de la consommation des différentes sources d'énergie en Afrique de l'Ouest ; Enerdata, 2010

Selon une étude de l'UEMOA (Union économique et monétaire de l'Afrique de l'Ouest) menée en 2008², la crise énergétique que connaissent ses pays membres est en partie due à la vétusté des installations de production et du réseau électrique entraînant depuis quelques années un rationnement de l'approvisionnement des populations en électricité. Le service de l'électricité reste encore très peu accessible. Seuls 17% de la population a accès à l'électricité, avec un déséquilibre marqué entre les villes et les campagnes.

L'accès à l'électricité reste donc un phénomène urbain, surtout accessible dans les grandes villes et accessoirement aux petites villes et villages. Globalement, le consommateur d'électricité en zone UEMOA, en dépit de la faiblesse de ses revenus, paie son électricité beaucoup plus chère qu'ailleurs en Afrique et dans le reste du monde, notamment à cause du coût très élevé de l'électricité à cause de la part prépondérante des groupes thermiques utilisant des combustibles pétroliers (46%).

Selon le livre blanc de la CEDEAO³, l'état des lieux en matière d'énergies renouvelables révèle :

Un potentiel hydroélectrique, principalement concentré dans 5 des 15 Etats Membres, estimé à 25 000 MW et qui n'est exploité qu'à hauteur de 16% (KOUO, 2005). Une distinction est à faire au niveau régional entre les grands aménagements hydroélectriques très capitalistiques et qui peuvent alimenter plusieurs pays, et la petite hydroélectricité (mini voire micro

² Etude pour l'élaboration d'une stratégie durable de la crise de l'énergie dans les Etats membres de l'UEMOA, Union Economique et monétaire Ouest Africaine, réunissant les pays francophones d'Afrique de l'Ouest.

³ Livre blanc pour une politique régionale sur l'accès aux services énergétiques des populations rurales et périurbaines pour l'atteinte des objectifs du Millénaire pour le développement. Janvier 2006

hydroélectricité) dont le potentiel est à exploiter sur le seul marché national et les zones rurales en particulier.

La biomasse constitue l'une des principales ressources énergétiques des États Membres. Elle est principalement concentrée dans la partie tropicale humide au sud de la région, et les quantités disponibles varient d'un pays à l'autre en fonction de la climatologie. La superficie des forêts de l'espace CEDEAO a été estimée, en 2000, à environ 69 822 000 ha (FAO, 2001). Selon des évaluations récentes (UICN, 2003), le potentiel forestier serait encore suffisant dans beaucoup de pays pour couvrir la demande globale en combustible (bien que des disparités internes existent entre des zones).

L'énergie éolienne, avec des vitesses de vent relativement importantes le long des côtes ou dans les zones désertiques, peut constituer une solution attractive du fait des coûts d'investissements qui ont significativement diminué au cours des dernières années pour atteindre des niveaux quasiment équivalents à ceux des grandes unités thermiques (de l'ordre de 1000 \$ / kW, dépendant des conditions locales).

L'ensoleillement moyen en Afrique de l'Ouest représente un potentiel d'environ 5 à 6 kWh/m /jour, contre seulement 3 kWh/m /jour en zone tempérée européenne. L'importance de l'ensoleillement et la perspective réelle mais lente de réduction des coûts de la technologie photovoltaïque ont conduit à prévoir une contribution très significative de l'énergie solaire pour l'accès des populations rurales à un service électrique de base – mais qui s'est avérée surestimée.

Malgré le rôle avéré des énergies renouvelables dans la réduction des gaz à effets de serre, les Etats les plus vulnérables d'Afrique de l'Ouest, dotés pour la plupart de potentialités importantes (53% des capacités mondiales de production d'énergies renouvelables sont présentes dans les pays en développement) peinent encore à les exploiter.

En Afrique de l'Ouest, le développement des énergies renouvelables est aujourd'hui freiné par une combinaison de facteurs divers dont l'absence ou l'insuffisance de cadres réglementaires spécifiques, des coûts d'investissements initiaux indispensables encore élevés et la non maîtrise technologique. (CEDEAO, 2006)

Par ailleurs, l'évaluation des actions de renforcement de capacités menées par l'IEPF, (Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie) révèle plusieurs obstacles au développement de compétences dont l'absence d'une vision claire sur les capacités à renforcer, l'insuffisance de soutien local pérenne, la faible taille critique des opérations souvent isolées. (IEPF et AUF, 2008)

C'est de cette réflexion, menée lors du colloque organisé conjointement par l'IEPF et l'AUF « Défis énergétiques et environnementaux : solutions pour un développement durable » qui s'est tenu du 1^{er} au 3 juin 2008 à Québec à l'occasion du 20^e anniversaire de l'IEPF qu'est né le concept de PIE, Pôles intégrés d'excellence, visant à « ériger dans les régions et / ou sous-régions potentielles des infrastructures de compétences, à travers une double intégration des acteurs concernés et des activités »⁴.

L'énergie a été désignée par la suite (Décembre 2009) comme thématique pilote pour le PIE. La thèse est une contribution à la mise en place du pôle intégré d'excellence pour la filière spécifique « énergie solaire » en Afrique de l'Ouest. Elle tente de répondre essentiellement à deux questions :

Quelles sont les catégories acteurs de la filière « solaire » en Afrique de l'Ouest et Quelle stratégie faut il élaborer pour aboutir à une cohérence des connaissances et des capacités à développer par les différents acteurs ?

Trois hypothèses structurent la recherche :

Différentes catégories d'acteurs travaillent suivant des rationalités particulières dans les filières « énergies renouvelables » en Afrique de l'Ouest ;

Il est nécessaire de créer des synergies entre ces différentes catégories d'acteurs pour obtenir une cohérence des connaissances et des capacités à renforcer ;

Les synergies entre ces acteurs nécessitent des processus cognitifs, de traduction et des systèmes d'information.

La thèse qui s'inscrit dans une logique de recherche action vise à faire des propositions concrètes *in fine* pour le déploiement du PIE énergie, projet en cours de déploiement.

La thèse est structurée en cinq parties.

Partie I : *Afrique de l'Ouest: Situation énergétique ; effets du changement climatique et faible niveau d'exploitation des énergies renouvelables* s'articule autour d'indicateurs dans le domaine de l'énergie, qui caractérisent notre espace d'étude, en aidant à mieux cerner le cadre général.

Partie II : *Eléments de bibliographie et bases théoriques* est une approche théorique qui explique le processus de construction de notre questionnement et des concepts utilisés pour y

⁴ PIE, note mai 2009 (IEPF, AUF)

apporter nos réponses : Notre démarche s'appuie d'abord sur le concept d'innovation, ensuite une méthodologie d'identification de catégories d'acteurs en s'aidant notamment du schéma de l'innovation (Kulhmann et Arnold, 2001) ; Ces acteurs mobilisent souvent diverses rationalités tout en ayant entre eux des rapports d'influences ont besoin de traduction pour faire circuler entre eux des connaissances et contribuer ainsi au développement de leurs capacités. La définition des éléments fondateurs du PIE comme une innovation organisationnelle s'appuie sur cette structuration.

Partie III : *Analyse stratégique du jeu des acteurs de la filière solaire en Afrique de l'Ouest* explicite la démarche de terrain et d'analyse qualitative suivie pour faire notre état des lieux dans les trois (3) territoires étudiés et pour la filière exclusive de l'énergie solaire. Ce chapitre présente donc les caractéristiques des territoires, les procédures de collecte d'informations et d'analyse du jeu des acteurs utilisées ainsi que les résultats de cette analyse.

Partie IV : *Construction d'un réseau d'acteurs pour l'énergie solaire* s'appuie sur les résultats de l'analyse stratégique des acteurs de la filière énergie solaire des trois territoires (Burkina Faso, Côte d'Ivoire et Sénégal) pour proposer, par combinaison des théories de la traduction et de l'acteur-stratégique, un cadre commun d'actions tenant compte de l'environnement, aux échelles nationale et régionale.

Partie V : *Processus général de mise en place de Pôles intégrés* a pour objectif de proposer une démarche générale à suivre pour la mise en place des pôles intégrés, quel que soit le domaine et le territoire. Il synthétise donc en prenant du recul, la méthodologie globale de co-construction de cadres communs d'actions entre acteurs de rationalités différentes.

Le tableau suivant montre la succession et l'articulation des différents chapitres de la thèse.

| | | | | |
|-------------|---|--|---|--|
| PARTIE I. | <p>Afrique de l'Ouest: Situation énergétique; Effets du réchauffement climatique et faible niveau d'exploitation des énergies renouvelables</p> | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Généralités Afrique de l'Ouest | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Situation énergétique (EE) ▪ Effets du réchauffement climatique | <ul style="list-style-type: none"> ▪ EnR en Afrique de l'Ouest |
| PARTIE II. | <p>Eléments de bibliographie et bases théoriques</p> | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Innovations ▪ Systèmes d'innovations | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Acteurs et Diffusion de l'innovation ▪ Aspect cognitif (connaissances) | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Jeu d'acteurs (interactions) ▪ Eléments fondateurs du PIE |
| PARTIE III. | <p>Analyse stratégique du jeu des acteurs de la filière solaire en Afrique de l'Ouest</p> | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Enquêtes de terrain ▪ Grilles thématiques | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Analyse de filière | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Analyse stratégique |
| PARTIE IV. | <p>Construction d'un réseau d'acteurs pour l'énergie solaire</p> | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Résultats de l'analyse stratégique | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Construction du système | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fonctionnement du Système |
| PARTIE V | <p>Processus général de mise en place de Pôles intégrés</p> | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Problématisation | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Intéressement ▪ Enrôlement | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mobilisation |

Tableau 1: Articulation des différents chapitres

PARTIE I

**AFRIQUE DE L'OUEST :SITUATION ENERGETIQUE;
EFFETS DU RECHAUFFEMENT CLIMATIQUE ET FAIBLE
NIVEAU D'EXPLOITATION DES ENERGIES
RENOUVELABLES**

Le chapitre premier a pour but de présenter succinctement le contexte, c'est-à-dire les caractéristiques de l'environnement dans lequel s'effectue la thèse : La région, Afrique de l'Ouest, connaît une situation énergétique difficile, dont les effets se combinent à ceux du changement climatique.

L'abondance des sources d'énergies alternatives (importantes capacités en hydroélectricité, flux solaire important, vitesse élevée des vents aux côtes, biomasse disponible) n'est pas exploitée de sorte à contribuer à la réduction des effets conjugués de la crise énergétique et du changement climatique.

La première partie de ce chapitre présente la région en s'appuyant sur des aspects clés (géographie et population, infrastructures et économie). La deuxième partie passe à revue les caractéristiques de la crise énergétique (énergie électrique) en Afrique de l'Ouest ; la troisième enfin évoque les conséquences du changement climatique dans divers secteurs d'activités et enfin la dernière partie est un état des lieux du développement des énergies renouvelables, avec un accent mis volontairement sur l'énergie solaire.

Ce chapitre I justifie la problématique de la thèse : comment créer de synergies entre acteurs afin qu'ils contribuent à une exploitation optimale de ressources disponibles par la diffusion de connaissances et le renforcement de capacités ?

I- AFRIQUE DE L'OUEST: PANORAMA

L'Afrique de l'Ouest représente la partie occidentale de l'Afrique subsaharienne. Elle se compose des pays côtiers au nord du golfe de Guinée jusqu'au fleuve Sénégal, ceux couverts par le bassin du fleuve Niger fleuve et enfin les pays de l'arrière-pays sahélien. Cette région est aujourd'hui, à travers la CEDEAO, communauté économique des Etats de l'Afrique de l'Ouest, un ensemble de territoires qui recherchent la coopération, l'intégration et la stabilité de ses 15 Etats membres indépendants pour la plupart depuis les années 1960.

L'Afrique de l'Ouest est confrontée à de nombreux défis à relever dont la sécurité alimentaire, l'éducation, la santé, les infrastructures notamment de transport et de télécommunications, ainsi que l'accès à des sources d'énergies modernes.

Dans cette première partie de ce second chapitre, nous faisons un gros plan sur cet espace géographique.

Ce chapitre s'appuie principalement sur *l'Atlas régional de l'Afrique de l'Ouest*, une publication de l'OCDE, 2009.

1.1- Géographie et population

1.1.1-Délimitation

La carte ci-dessous montre les différents Etats constituant l' « Afrique de l'Ouest », qui occupent une superficie totale d'environ 6 140 000 km², soit près de deux fois celle de l'union européenne.

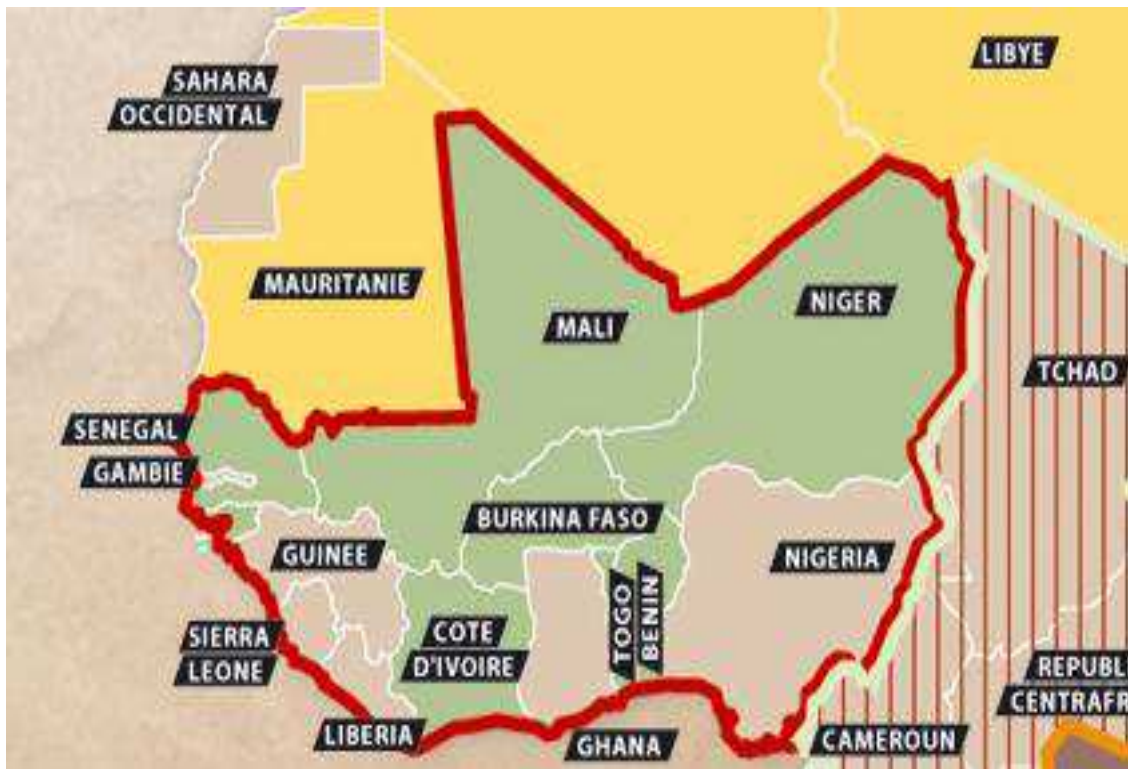


Figure 1: Carte des Etats d'Afrique de l'Ouest; Diplomatie magazine, 2004

 CEDEAO

 UEMOA

L'UEMOA, Union économique monétaire ouest africain est constituée par huit (8) pays membres de la CEDEAO, la communauté économique des Etats d'Afrique de l'Ouest qui en comporte quinze (15). Sept (7) des pays membres de l'UEMOA sont francophones (seul la Guinée Bissau a comme langue officielle le portugais), justifiant l'importance de l'activité de la francophonie au sein de cette union.

1.1.2- Evolution démographique

Selon l'Atlas régional de l'Afrique de l'Ouest (2009), l'Afrique de l'Ouest abrite plus de 315 millions d'habitants, soit environ 39 % des populations d'Afrique subsaharienne. Cette population régionale devrait dépasser les 400 millions d'habitants aux alentours de 2020 et dépasser 500 millions entre 2030 et 2035. Le taux d'accroissement annuel est proche de la moyenne subsaharienne: 2,6% en 2000-2005 et une prévision de 1,2 dans l'intervalle 2045-2050. C'est une population jeune: 60% a moins de 25 ans. Cette forte évolution de la démographie accroît les besoins d'accès aux sources d'énergies modernes (électricité notamment). En effet, *la croissance de la capacité de production électrique stagne à environ 3% depuis plusieurs années* (HEURAUX, 2010)

1.2- Territoires et infrastructures

1.2.1- Mutations des mondes rural / urbain

En 1960, 85% de la population vivait en milieu rural centré sur une économie de subsistance grâce à une agriculture familiale.

Selon le rapport AFRICAPOLIS⁵, « *Faible niveau d'urbanisation et pauvreté se conjuguent dans plusieurs Etats avec la faiblesse des effectifs de population : Cap Vert, Guinée Bissau, Gambie, Liberia, Togo, Sierra Leone représentent des marchés de moins de 5 millions d'habitants. Associés à des taux d'urbanisation et un niveau de richesse très bas, les marchés urbains ouest africains ont un poids insignifiant sur le plan mondial* » (AFRICAPLOIS, 2010)

Cependant, bien qu'elles soient encore majoritairement rurales, on note aujourd'hui une forte tendance à l'urbanisation des populations en Afrique de l'Ouest, à cause notamment d'une densification ou d'un étalement des agglomérations existantes et de l'émergence de nouvelles agglomérations à partir de villages ou sous la forme de nouvelles villes créés.

⁵ Dynamiques de l'urbanisation, 1950-2020 : Approche géostatistique Afrique de l'Ouest. C'est une mise à jour des connaissances sur l'urbanisation en Afrique de l'Ouest soutenue par l'Agence Française de développement et coordonnée par CNRS/ Université Paris Diderot.

Le taux d'urbanisation a été multiplié par 4,2 en passant de 7,5% en 1950 à 31,5 en 2000. Aujourd'hui il avoisinerait le tiers de la population totale soit environ 33,5%. (CEPED, 2009) Dans tous les pays d'Afrique de l'Ouest, l'accès aux services énergétiques est nettement plus faible en milieux ruraux que dans les villes, entraînant des phénomènes d'exodes ruraux.

1.2.2- Economie

Les pays membres de la CEDEAO traversent une crise économique très profonde, dite structurelle. Cette crise s'explique en partie par la nature de leurs structures économiques considérées comme désuètes, désarticulées et non compétitives. Les performances nationales des pays de l'Afrique de l'Ouest sont en effet médiocres et quelquefois négatives. (SANGARE, 1998)

Les pays Ouest africains ont appliqué des stratégies de développement économique séparées. Malgré l'existence de groupements d'intégration dans la sous-région, les pays membres n'ont pas mis en œuvre de programme d'intégration sous régionale: les décisions d'intégration étaient adoptées mais pas appliquées.

L'étroitesse des marchés nationaux laisse apparaître peu d'opportunités d'investissements productifs aux investisseurs tant nationaux qu'extérieurs de sorte que les pays ont adopté des modèles de développement économique tourné vers l'extérieur pour tirer profit des marchés extérieurs, notamment de celui des pays de l'Union européenne dans le cadre des Conventions de Lomé : Priorité au développement des cultures d'exportation : café et cacao dans les zones forestières, coton arachides dans les pays sahéliens, aux dépens des cultures vivrières ; extraction et exportation des produits miniers ; valorisation insuffisante des matières premières locales ; politique d'industrialisation basée sur la substitution aux importations ; satisfaction des besoins alimentaires et en produits essentiels par l'importation, etc...(SANGARE, 1998)

En comparaison à son poids démographique, l'Afrique consomme peu d'énergie. En effet, en Afrique subsaharienne, la consommation par habitant et par an (hors Afrique du Sud) est de l'ordre de 100 kilos d'équivalent pétrole contre 8000 aux États-Unis et 4000 dans les pays OCDE. Cette situation est à la fois cause et conséquence du faible développement économique (ADEA, 2009).

1.2.2.1- Secteur primaire

❖ *Agriculture*

Les Etats d'Afrique de l'Ouest sont pour la plupart des économies agricoles ; La part de la production agricole dans le PIB est considérable, avec une moyenne supérieure au tiers. En effet, ce secteur constitue près de 25% du PIB et plus de 60% des emplois globaux. L'Afrique de l'Ouest a de grandes potentialités agricoles et alimentaires. La diversité des zones écologiques permet à la sous-région de produire tout ce dont les populations ont réellement besoin et de créer des complémentarités entre les pays membres. Pourtant, on assiste à une stagnation de la production agricole, due au bas niveau de la productivité de la main d'œuvre agricole, utilisant encore des outils rudimentaires et confrontée en permanence à l'exode rural. La mécanisation agricole a joué et continue à jouer encore un rôle prépondérant dans le développement du secteur agricole. Cependant, particulièrement dans les pays en voie de développement, des contraintes ont beaucoup joué quant à la conduite d'une mécanisation agricole cohérente et accessible aux paysans, surtout les plus démunis. (FAO, 2008)

L'accès à l'eau des plantes et la productivité de cette activité primaire sont dépendantes du faible niveau de mécanisation de l'agriculture ouest africaine en fait une activité encore très largement tributaire des aléas climatiques de plus en plus défavorables, tout en limitant les capacités d'exploitation des terres arables.

❖ *Ressources minières*

Selon le rapport de l'Afrique de l'Ouest 2008 du CSAO, Club du Sahel et de l'Afrique de l'Ouest, « le sous-sol ouest africain est doté d'importantes ressources minières (or, uranium, bauxite, fer, phosphate, diamant ou encore manganèse) dont les perspectives de développement sont favorables ». (CSAO, 2008)

Les prospections augurent probablement la mise en valeur future de nouveaux gisements pour l'uranium (troisième mine d'Imouraren au Niger), le fer (Monts Simandou et Nimba en Guinée, Sénégal-Oriental), la bauxite (Guinée) ou encore l'or (Mali, Ghana et Burkina Faso). Les ressources minières, inégalement réparties, contribuent à 5 % des exportations régionales (hors pétrole et gaz). Elles représentent pour nombre de pays, sinon la principale du moins la

deuxième source de devises. Le Togo, le Ghana, la Sierra Leone, la Guinée, le Mali, et le Niger sont autant d'exemple de pays qui dépendent largement des exportations de minerais.

L'Afrique de l'Ouest participe à hauteur de 30 % de la production de pétrole africain et dispose d'environ un tiers des réserves du continent. Le Nigeria est de loin le producteur le plus important de la région avec 120 millions de tonnes, ce qui représente 3 % de la production mondiale, 27 % de la production africaine ou près de 90 % de celle de l'Afrique de l'Ouest. Viennent loin derrière le Cameroun, la Côte d'Ivoire, le Ghana, le Tchad entré dans le concert des pays pétroliers en 2003.

Pour faire face à une surenchère entre Etats sur les conditions offertes aux investisseurs étrangers et optimiser ainsi collectivement les ressources pour le développement issues de l'exploitation minière, la CEDEAO s'est récemment engagée dans la mise au point d'un code d'investissement régional appliqué au secteur minier.

1.2.2.2- Le secteur industriel

Plusieurs difficultés freinent le décollage de l'industrie en Afrique de l'Ouest : l'instabilité politique de la plupart des Etats, des cadres juridiques faibles, une fiscalité contraignante, les lenteurs administratives et un niveau de corruption inquiétant, qui, tout en affaiblissant les entreprises existantes, découragent des investissements extérieurs.

À ces contraintes, s'ajoute le difficile accès aux financements bancaires. Et même lorsqu'il existe, son coût est élevé, ce qui obère la compétitivité des entreprises. Et la forte concurrence intercommunautaire du fait de la similitude des industries de la région, la faible compétitivité des unités industrielles existantes, la forte concurrence des produits chinois, indiens et brésiliens, l'insuffisance et la mauvaise qualité des infrastructures économiques de la CEDEAO, et les tracasseries routières, sont autant d'autres contraintes qui handicapent l'éclosion du secteur industriel ouest-africain. (ENDA, 2010)

Concernant les problèmes internes, la forte connexion entre la sphère politique et les dirigeants d'entreprises se traduit par un manque de compétition réel sur le marché des dirigeants. Mais aussi l'absence de démarche qualité, l'accès des entreprises de la CEDEAO aux marchés des pays développés qui est limité par leur incapacité à se conformer aux normes exigées, la méconnaissance des normes de qualité, le coût élevé de la mise en conformité et

l'emballage UEMOA sont les autres facteurs qui bloquent l'essor de l'industrie de l'Afrique de l'Ouest. (ENDA, 2010)

1.2.2.3- Le secteur tertiaire

En dehors du Nigéria dont l'importance de la population (162 millions en 2011) représente un marché national relativement important, l'étroitesse des marchés nationaux des autres Etats limite l'intérêt pour des investissements étrangers ou locaux ; C'est pourquoi la plupart des pays membres ont adopté des stratégies économiques tournées vers l'extérieur, notamment vers les pays de l'union européenne dans le cadre des Conventions de Lomé⁶.

Mais ces dernières décennies, la Chine s'est positionnée comme un partenaire stratégique pour l'Afrique de l'Ouest notamment pour le commerce du coton et du pétrole. En 2004, le pétrole a représenté 44,8% des exportations vers la Chine (Atlas régional de l'Afrique de l'Ouest, 2009)

1.2.3- Au plan social

Selon le rapport sur les conditions économiques et sociales en Afrique de l'Ouest, 2008/ 2009, de la Commission économique pour l'Afrique (bureau pour l'Afrique de l'Ouest), le chômage et le sous-emploi des jeunes en Afrique de l'Ouest représentent des préoccupations majeures. La baisse de la productivité, le manque des facteurs de production et des mesures incitatives dans le secteur primaire qui concentre la grande majorité de la population poussent les jeunes vers les villes. Cette situation aggrave le caractère informel des économies ouest africaines, notamment à travers l'hypertrophie du secteur tertiaire informel qui constitue un refuge pour les jeunes diplômés et autres couches vulnérables en quête d'un emploi. (CEA, 2009)

⁶ Accord de coopération commerciale signé le 28 février 1975 entre la CEE, communauté économique européenne et 46 pays d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique (ACP). Cet accord a été renouvelé successivement en 1979 (Lomé II, 57 pays), 1984 (Lomé III, 66 pays) et 1990 (Lomé IV, 70 pays). Arrivé à expiration, la convention de Lomé est remplacée en 2000 par l'accord de Cotonou, signé en juin entre l'UE, Union Européenne et les 79 Etats du groupe ACP. Conclu pour 20 ans, cet accord, qui sera révisé tous les 5 ans.

Pour illustrer concrètement les zones géographiques où la pauvreté énergétique s'exprime le plus fortement, plusieurs études (Modi, 2004) ont comparé la relation entre la consommation énergétique (Kj/habitant) et le niveau de développement humain (IDH), mettant ainsi en lumière la corrélation qui existait entre ces deux variables.

Concernant la situation en Afrique de l'Ouest, la majeure partie des États Membres de la CEDEAO appartient à la catégorie des Pays les Moins Avancés (PMA), une situation qui se reflète également dans des niveaux de consommations d'énergie par habitant parmi les plus faibles de la planète : en moyenne, les pays de la CEDEAO consomment 88 kWh d'électricité par habitant et par an (ENERDATA, 2005), à comparer par exemple aux 350 kWh pour l'Asie de l'Est. L'analyse statistique démontre de façon éloquent la forte corrélation entre niveau de développement humain (IDH) et consommation énergétique. (CEDEAO, 2006)

II- SITUATION DE L'ENERGIE ELECTRIQUE EN AFRIQUE DE L'OUEST

Cette seconde partie du chapitre I traite de la situation énergétique (énergie électrique) dans l'espace UEMOA (Union économique et monétaire ouest africain), dont les pays membres font partie de la CEDEAO. Elle fait un diagnostic du secteur de l'énergie électrique dans cette région et analyse ses différentes conséquences. Cette partie s'appuie principalement sur les rapports de l'UEMOA de 2008 sur la crise énergétique dans les pays membres.

2.1- Diagnostic

La situation de l'énergie électrique en Afrique de l'Ouest en général et dans l'espace UEMOA en particulier est caractérisée par la conjonction de plusieurs difficultés:

1. La faiblesse du taux de couverture d'électrification;
2. Le coût élevé de l'électricité ;
3. La vétusté des infrastructures de production ;
4. L'insuffisance des investissements ;
5. La faible taille des systèmes électriques ;
6. La précarité de la situation financière des opérateurs ;
7. Les faiblesses institutionnelles ;
8. La dépendance au pétrole de plus en plus cher

2.1.1-La faiblesse du taux de couverture d'électrification

Dans l'espace UEMOA, le service de l'électricité reste encore très peu accessible. Seuls 17% de la population ont accès à l'électricité, avec un déséquilibre marqué entre les villes et les campagnes. L'accès à l'électricité reste donc un phénomène urbain, surtout accessible dans les grandes villes et accessoirement aux petites villes et villages.

La figure suivante montre le taux d'électrification dans l'espace UEMOA.

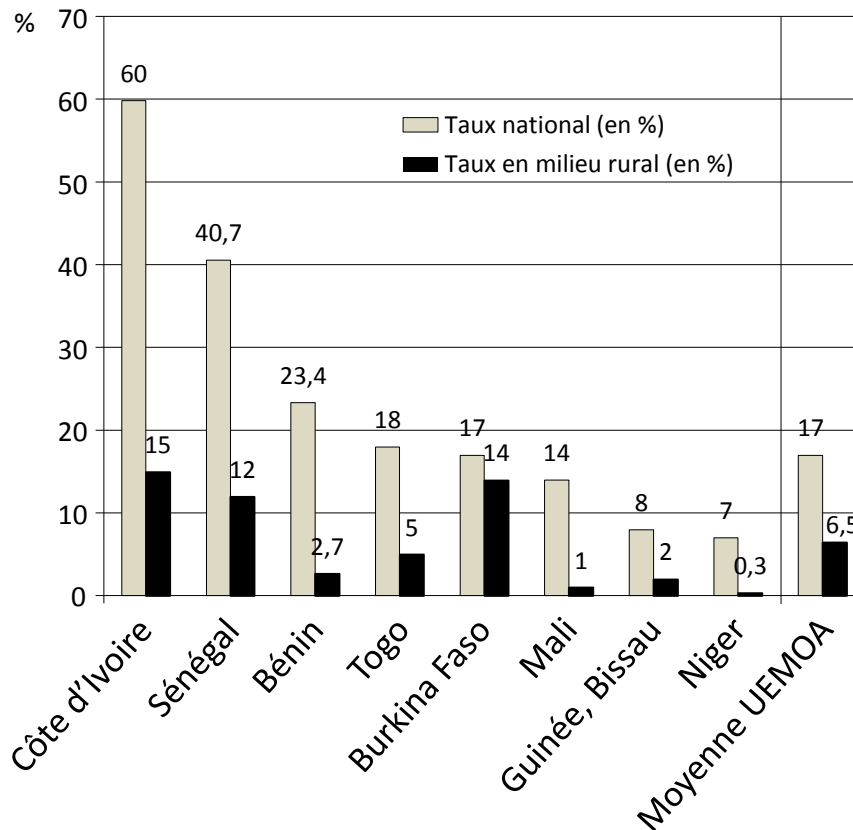


Figure 2 : Taux d'électrification dans les pays de l'UEMO ; UEMOA, 2008

Plus de 80% de la population de l'UEMOA vit sans électricité. Les pays qui présentent les taux d'accès à l'électricité les plus élevés dans l'UEMOA sont la Côte d'Ivoire (60%) et le Sénégal (40,7%) au niveau national, 15% et 14% respectivement en milieu rural. Le Niger (7%), la Guinée Bissau (8%) et le Mali (14%) présentent des taux d'accès inférieurs à la moyenne UEMOA qui est de 17% (taux également observé au Burkina Faso).

Une des conséquences du faible niveau d'accès à l'électricité est le bas niveau de consommation d'énergie totale et par habitant en zone UEMOA qui figure parmi les plus

faibles au monde. Les pays de l'UEMOA consomment 15 fois moins d'énergie que la moyenne des pays en développement.

2.1.2-Le coût de l'électricité dans les pays de l'UEMOA est un des plus chers

Le coût de l'électricité dans la zone UEMOA est plus élevé que dans la plupart des pays africains et ce pour toutes les catégories de tarification. L'électricité moyenne tension de la zone UEMOA, destinée à une clientèle d'industriels et d'entreprises d'une certaine taille, coûte 5 fois plus cher qu'en Afrique du Sud, 2 fois plus cher qu'en Tunisie et au Nigéria.

Les figures suivantes montrent les coûts de l'électricité dans les pays de l'UEMOA et d'autres pays d'Afrique.

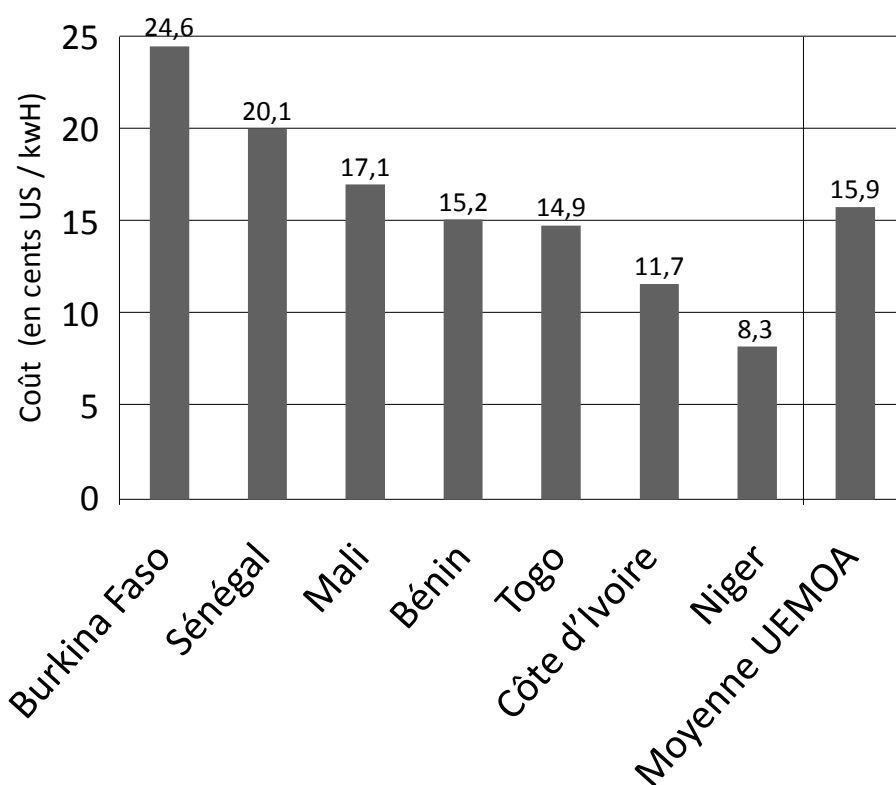


Figure 3: Coûts comparés de l'électricité dans des pays de l'UEMOA ; UEMOA, 2008

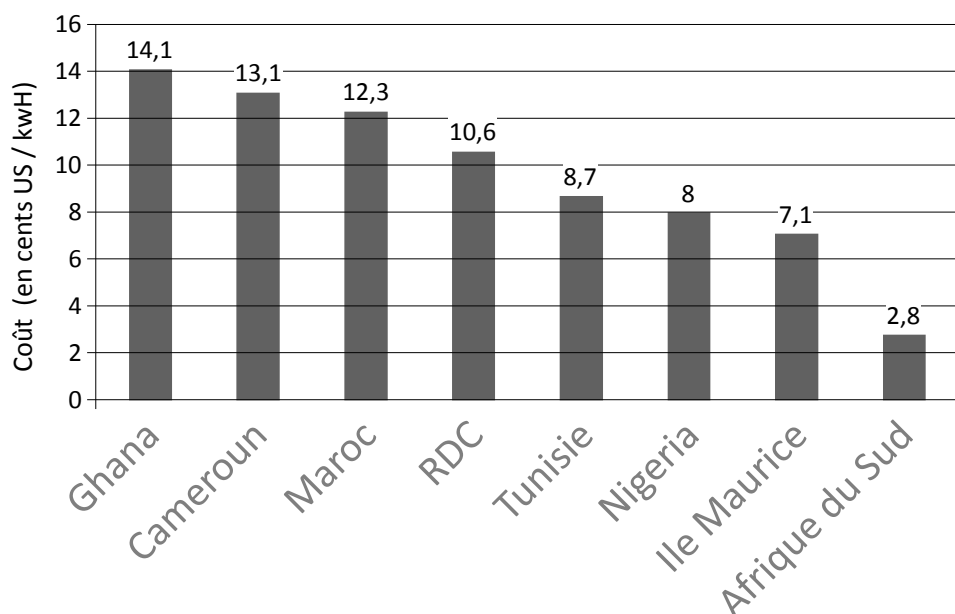


Figure 4 : Coût de l'électricité dans des pays hors UEMOA, UEMOA, 2008

De même, les tarifs destinés aux couches sociales les plus défavorisées de la population sont les plus élevés en Afrique. Ces tarifs sont en zone UEMOA presque 2 fois plus chers que ceux pratiqués dans nombre de pays africains. A plus de 14 cents US/kWh en moyenne, ils se situent très largement au-dessus de la moyenne de tarifs sociaux pratiqués en Afrique.

Il en est de même pour le tarif appliqué aux tranches supérieures de consommateurs domestiques et aux petites entreprises. Là également, la moyenne UEMOA dépasse la moyenne des tarifs appliqués en Afrique. Seules les tarifications appliquées au Niger et en Côte d'Ivoire s'inscrivent dans la moyenne africaine.

Globalement, et ce pour toutes les tranches de consommation, le constat est que le consommateur d'électricité en zone UEMOA, en dépit de la faiblesse de ses revenus, paie son électricité beaucoup plus cher qu'ailleurs en Afrique et dans le reste du monde.

Le coût très élevé de l'électricité en zone UEMOA s'explique d'abord par la part prépondérante des groupes thermiques utilisant des combustibles pétroliers (46%).

En zone UEMOA, le développement d'une production thermique utilisant la ressource gaz est devenue significative (22%) au cours des dix dernières années en Côte d'Ivoire, sous l'impulsion de la découverte d'importants gisements de gaz et d'une réforme institutionnelle ayant permis l'ouverture de la production d'électricité à des producteurs privés indépendants

(IPP). L'hydroélectricité, malgré sa deuxième position avec le tiers environ de la production électrique et son avantage au plan de coût de production du kWh, est très largement sous-exploitée au regard du potentiel régional.

La figure suivante montre les différentes sources de production d'électricité dans l'espace UEMOA

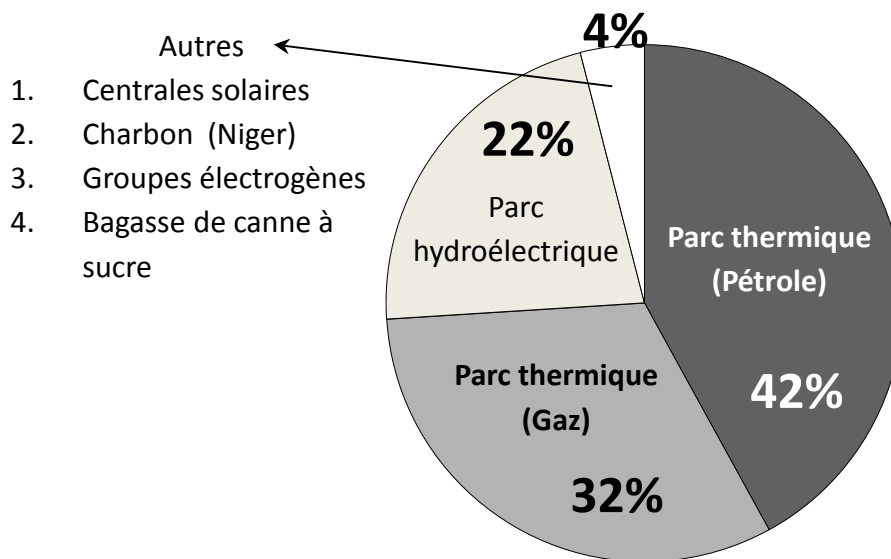


Figure 5 : sources de production d'électricité dans l'espace UEMOA ; UEMOA, 2008

La plupart des pays de l'UEMOA, exceptés le Mali, principal bénéficiaire des projets d'hydroélectricité de l'OMVS, et la Côte d'Ivoire dont les parcs hydroélectriques représentent 50% de la puissance de production installée, dépendent en réalité quasi exclusivement du thermique. En Côte d'Ivoire par exemple, la part de l'hydroélectricité a régressé du fait de la conjonction d'une moindre pluviosité et d'un défaut d'entretien des barrages, qui ont réduit la production d'électricité d'origine hydraulique.

La figure suivante montre la distribution des sources de production d'électricité par pays de l'UEMOA en 2006.

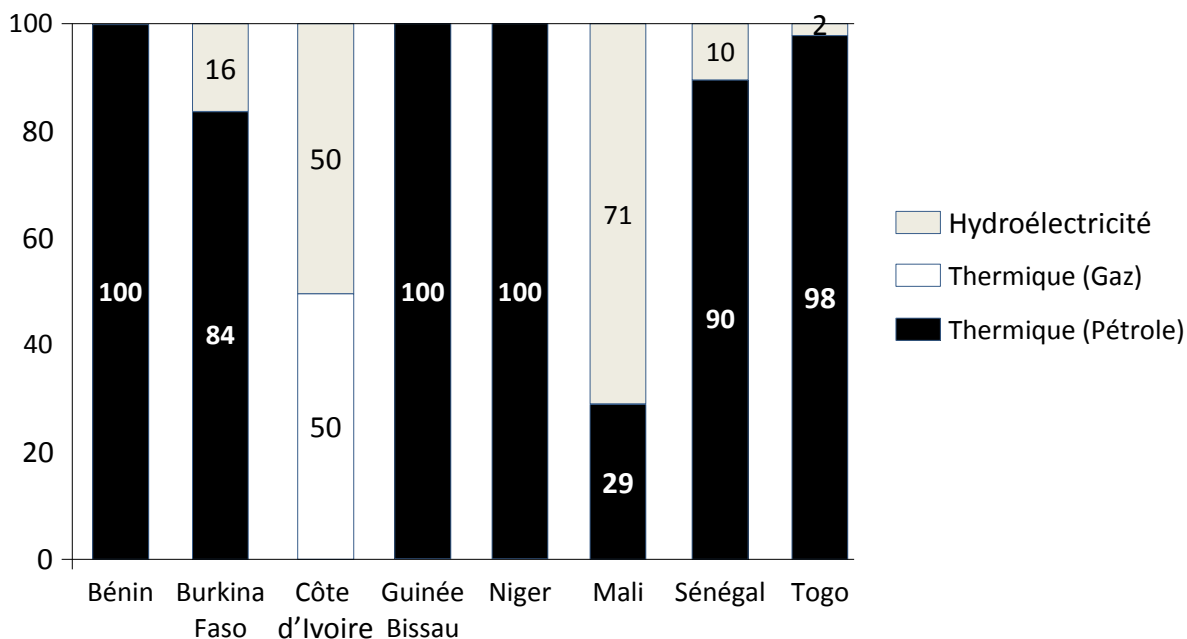


Figure 6: Distribution des sources de production d'électricité ; UEMOA, 2008

La production thermique à base de produits pétroliers constitue aujourd'hui le mode de production d'électricité le plus cher au monde. En effet, à titre de comparaison, aux Etats-Unis, le thermique à base pétrole est 1,4 fois plus cher que le thermique gaz, 4 fois plus cher que le thermique charbon et 5,6 fois plus cher que le nucléaire. (UEMOA, 2008)

La prédominance de la production thermique à base de combustibles pétroliers par rapport aux autres sources d'énergie électrique, est la première explication du coût élevé de l'électricité en zone UEMOA, surtout dans ce contexte actuel de pétrole cher.

D'autres facteurs permettent d'expliquer la cherté du kWh produit et distribué dans l'UEMOA. Il s'agit notamment de la vétusté du parc de production, de transport et de distribution.

2.1.3-L'infrastructure de production et de distribution d'électricité est vétuste et génère d'importantes pertes

La crise énergétique que connaissent les pays de l'UEMOA est aussi en partie due à la vétusté des installations de production et du réseau électrique entraînant depuis quelques années un rationnement de l'approvisionnement des populations en électricité.

La vétusté du parc de production entraîne une faible disponibilité des centrales, avec des pannes récurrentes et coûteuses en réparation ainsi que des niveaux élevés de consommation spécifique. En effet, l'âge du parc de production avec la moitié des groupes comptant plus de 20 ans d'âge traduit parfaitement le niveau élevé d'obsolescence de l'outil de production.

La figure suivante montre l'âge du parc électrique de l'UEMOA

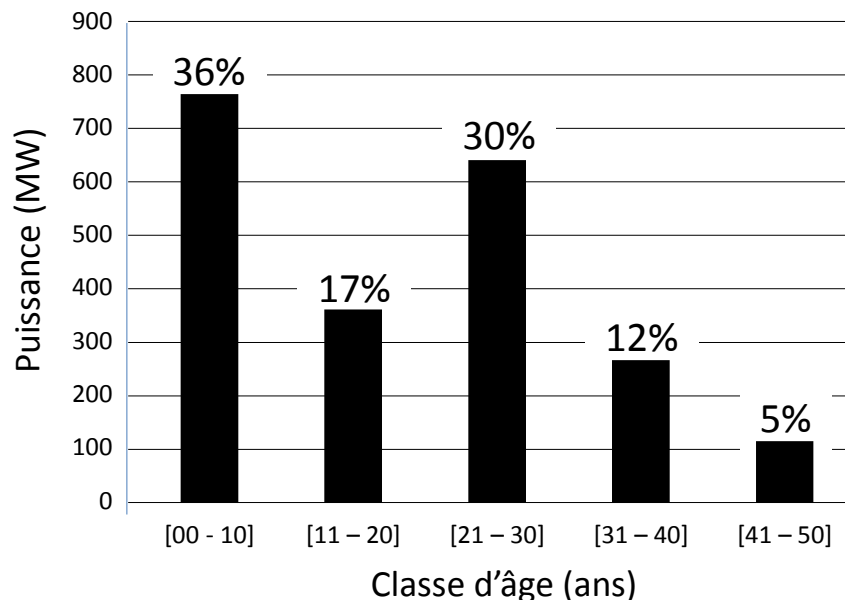


Figure 7: Durée de vie du parc électrique dans les pays de l'UEMOA ; UEMOA, 2008

Le secteur de la Distribution qui a le plus souffert du manque d'investissement et de maintenance, engrange des taux de pertes élevés, une prévalence forte de la fraude et de graves défaillances dans le système de comptage, de facturation et de recouvrement.

La situation d'obsolescence est loin de se limiter au parc de production. Elle touche encore plus les réseaux de transport et surtout de distribution et se traduit par des niveaux élevés de pertes techniques.

2.1.4-Insuffisance des investissements face à une demande croissante

L'insuffisance des investissements notamment au plan de l'exploitation (obsolescence du parc, faible disponibilité, coûts d'exploitation élevés ...) explique le déficit chronique de l'offre par rapport à une demande d'électricité qui, dans tous les pays UEMOA, connaît une croissance régulière et soutenue du fait notamment de l'urbanisation, mais également d'un niveau d'équipement croissant des ménages, le plus souvent avec du matériel de seconde main peu économe en électricité. Une croissance forte et régulière de la demande est observée dans tous les pays et ce malgré le fait qu'elle est bridée par une offre chroniquement insuffisante.

La demande a évolué plus vite que l'offre au cours des dernières années, en dépit d'une offre peu disponible, combinée à des prix élevés et une mauvaise qualité du service. L'insuffisance de l'offre d'énergie électrique et sa mauvaise qualité est l'un des freins majeurs à l'attrait de l'investissement privé dans la zone UEMOA. Cette offre insuffisante est bien traduite dans le tableau suivant, lequel montre un bilan offre – demande déficitaire dans l'ensemble des pays de l'UEMOA à l'exception de la Côte d'Ivoire dont l'équilibre apparaît précaire en tenant compte de l'explosion de la demande domestique et régionale (exportations).

Le tableau suivant montre la production, les importations et exportations d'énergie électrique (en GWh) dans les pays de l'UEMOA.

L'investissement public et concessionnel, jusqu'ici prédominant dans le secteur de l'électricité en Afrique au sud du Sahara, est désormais largement insuffisant pour garantir une offre en énergie électrique suffisante et au niveau de qualité désiré.

2.1.5-Faible taille des systèmes électriques pour attirer l'investissement privé et créer les conditions d'un marché concurrentiel

Une étude de l'organisation PPIAF (*Public - Private Infrastructure Advisory Facility*) montre que l'Afrique subsaharienne en général et l'UEMOA en particulier sont les zones qui ont le moins d'attrait pour drainer l'investissement privé dans le secteur de l'électricité (PPIAF, 2002). Entre 1990 et 2006, la zone UEMOA n'a attiré que 0,4% des investissements privés du secteur de l'électricité dans monde, largement derrière l'Amérique Latine et les Caraïbes (41,3%), l'Asie de l'Est et le Pacifique (31,5%), l'Asie du Sud (10,6%) et l'Europe et l'Asie Centrale (9,8%). Les investissements privés cumulés pendant cette période sont de 989 millions de \$ US.

Globalement le niveau des investissements privés réalisés au sein de l'UEMOA en 2005 est resté modeste, ne représentant que 12% du total des investissements effectués en Afrique Subsaharienne.

Le graphique suivant montre l'évolution comparée des investissements privés en Afrique subsaharienne et dans l'espace UEMOA (en millions de dollars US)

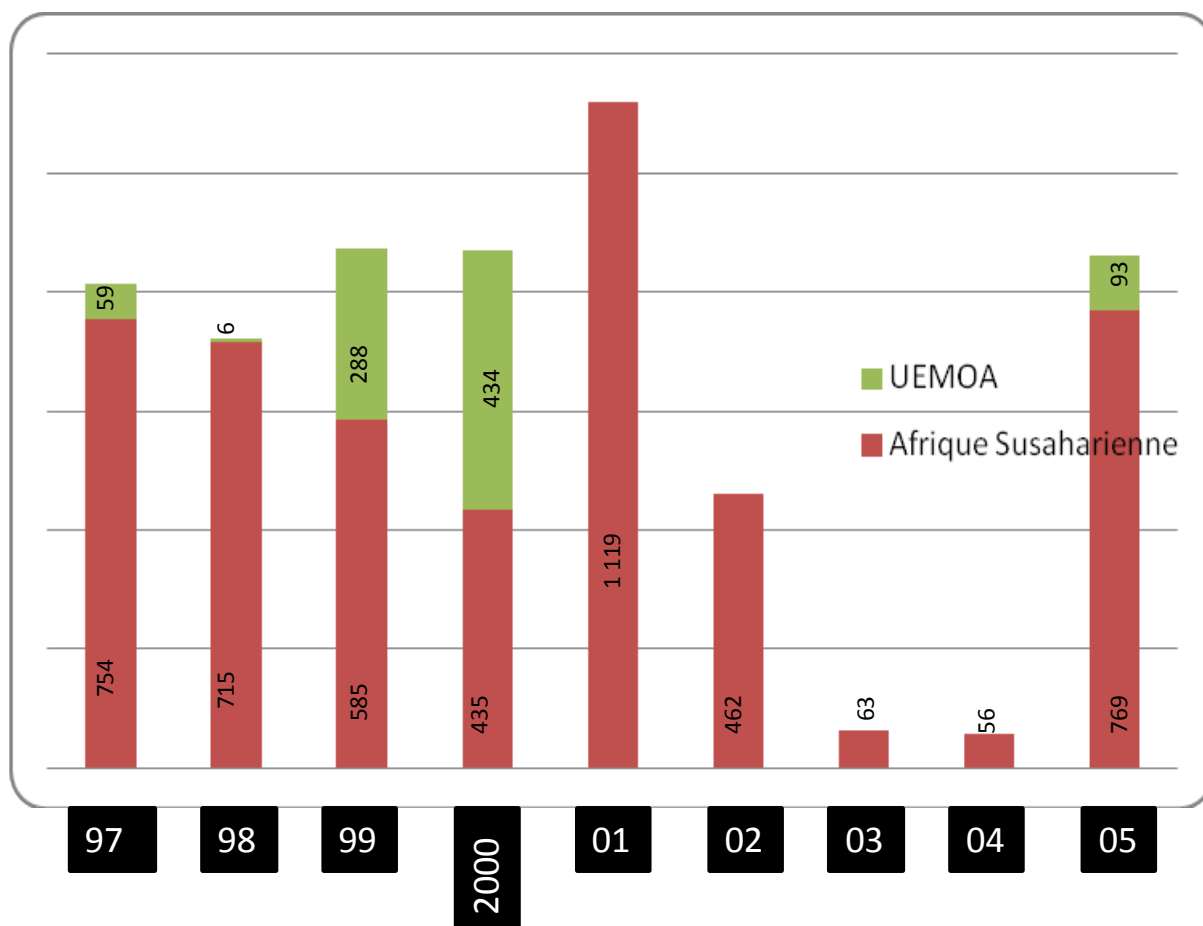


Figure 8: Investissements (en millions de dollarsUS) comparés en Afrique subsaharienne et dans les Pays de l'UEMOA entre 1997 et 2005 ; UEMOA, 2008

Les raisons de ce faible attrait sont à chercher dans la taille des marchés des pays de l'Union, caractérisés par la prédominance des systèmes électriques nationaux de taille modeste, n'ayant pas la taille critique pour attirer l'investissement privé. La faiblesse des marchés nationaux au niveau de l'UEMOA le montre : il y'a moins de 10 000 abonnés Moyenne Tension et moins de 3 millions d'abonnés Basse Tension pour l'ensemble de l'UEMOA. De plus, ces marchés sont atomisés, avec un faible niveau d'interconnexion de leurs réseaux.

2.1.6-Précarité de la situation financière des opérateurs publics d'électricité

La plupart des opérateurs publics d'électricité vivent dans une situation précaire, devenue aujourd'hui critique, du fait de l'impact de la hausse des prix des combustibles et de lourdes pertes liées à l'obsolescence du système électrique. Les sociétés d'électricité ont une rentabilité insuffisante voire carrément négative. La rentabilité caractérisée par le résultat d'exploitation n'est pas suffisante pour faire face aux frais financiers sur les emprunts à long terme, d'ailleurs le plus souvent concédés aux Etats qui les cèdent aux opérateurs. Les actionnaires ne peuvent prétendre dans la totalité des cas à une rémunération des fonds propres. Globalement le niveau d'endettement élevé est également très caractéristique des difficultés des opérateurs d'électricité des pays de l'UEMOA. L'opérateur malien EDM fait exception du fait de sa forte capitalisation. La dégradation de sa gestion opérationnelle liée à une part de plus en plus importante de sa production thermique non couverte par une réévaluation des tarifs risque de changer la donne, en dépit de la subvention de l'Etat évaluée à 2,5 milliards par an. Endettées et sous capitalisées, les sociétés d'électricité nationales connaissent des situations de trésorerie des plus difficiles. Le taux d'endettement global représente deux fois les capitaux propres dans la plupart des cas, sauf pour EDM qui dispose des fonds propres importants (127 milliards de FCFA). Ce ratio apparaît néanmoins positif dans la mesure où il correspond strictement à la norme admise (capitaux propres = 1/3 endettement global). Le tableau suivant montre le ratio endettement total / Capitaux propres des sociétés d'électricité dans certains Etats de l'UEMOA.

| Pays | Endettement total/ capitaux propres |
|----------------------|--|
| Sénégal SENELEC | 5,72 |
| Benin CEB | 3,35 |
| Mali EDM | 0,91 |
| Burkina Faso SONABEL | 1,37 |
| Côte d'Ivoire CIE | 12,50 |

Tableau 2 : ratio endettement total / capitaux propres dans quelques pays de l'UEMOA ; UEMOA, 2008

La situation de trésorerie de plusieurs sociétés publiques d'électricité est devenue extrêmement précaire. Les délais de recouvrement des créances sont plus longs que les délais de paiement des fournisseurs, ce qui se traduit par une trésorerie structurellement négative.

2.1.7- Les faiblesses institutionnelles freinent la mise en œuvre des nouveaux projets

Le succès des projets de production a un impact sur l'offre d'électricité des pays UEMOA portés par les pays ou des organisations régionales et répertoriés dans le cadre du WAPP (*West African Pool Power*). Il montre que l'essentiel des financements nécessaires à leur mise en œuvre fait l'objet de négociations pour leur financement.

La plupart des projets ne se réalisent pas dans le délai prévu et connaissent en moyenne un retard d'au moins de 3 ans dans leur mise en œuvre, principalement du fait des faiblesses institutionnelles au niveau des Etats, des opérateurs d'électricité se traduisant par des objections et blocages des processus de financement.

Les retards de réalisation des projets sont par ailleurs dus à la faiblesse des capacités de gestion des projets au niveau des Etats, mais également à des difficultés techniques dans la phase de réalisation du projet comme illustré dans les exemples du tableau ci-dessous.

| Projet | Retard | Causes | Conséquences |
|---|--|--|--|
| Barrage Manantali (Mali, Sénégal, Mauritanie) | 5 ans (prévu en 1997, mise en place en 2002) | Négociations avec les 3 Etats -Capacités techniques de gestion de projet des Etats -Courbe d'expérience gestion de projet inter-étatique | -Délestages récurrents au Sénégal -Mise en place de groupes thermiques au Mali -Recours à une production thermique coûteuse au Sénégal (dont les Turbines à gaz TAG qui sont aujourd'hui les centrales les plus coûteuses du parc de la Senelec) |
| Kounoune | 3 ans | Divergences sur le montage et le | -Exploitation en base des TAG |

| | | | |
|--|---|--|--|
| (Sénégal) | (prévu en 2005, mise en place en 2008) | statut juridique du projet (c'est-à-dire <i>BOO</i> ou <i>BOT</i>) -Exigence d'une garantie supplémentaire de l'Etat du Sénégal -Difficultés techniques dans la mise en œuvre du projet | qui produisent au-dessus du prix moyen de l'électricité (109 F CFA juste pour le coût de revient du combustible, pour un prix moyen de 90 F CFA) -Charge supplémentaire par rapport aux autres groupes utilisés en base de 30 millions F CFA par jour |
| Projet d'interconnexion Bobo Ouaga (prolongement interconnexion avec la Côte d'Ivoire) | 3 ans (prévu en 2006, projeté en juin 2009) | Conditionnalités/Procédures d'approbation Banque Mondiale -Capacités techniques de gestion de projet Ministère/Sonabel | -Investissement par l'Etat dans l'urgence de 14 milliards F CFA pour acquérir une centrale thermique de 12,6 MW, ce qui n'a pas empêché des délestages journaliers |

Tableau 3: Retards dans la mise en place des projets électriques dans les pays de l'UEMOA; UEMOA, 2008

Les développements précédents et le tableau (ci-dessus) montrent que le système électrique des pays de l'UEMOA est marqué par la prévalence de marchés nationaux d'électricité de petite taille, la faible couverture des réseaux électriques, des dispositifs institutionnels incomplets et peu harmonisés, ainsi que des insuffisances dans le mode de gouvernance du secteur de l'électricité.

2.1.8-La part importante du pétrole

Le poids des importations de produits pétroliers dans le PIB de l'UEMOA a plus que doublé au cours des cinq dernières années, passant de 1 057 à 2 235 milliards de FCFA entre 2003 et 2006. Ses effets, conjugués à la forte hausse des denrées alimentaires importés, plongent les économies des pays de l'UEMOA dans une spirale inflationniste, sapent l'équilibre des finances publiques, grèvent les revenus fiscaux et douaniers des Etats avec par exemple les nombreuses exonérations tarifaires et fiscales consenties par les Etats pour amortir le choc des hausses brutales des prix et soulager les consommateurs gravement affectés dans leur pouvoir

d'achat. Une telle réalité impose la prise en charge au plan régional des politiques énergétiques. Dans un tel contexte, le modèle actuel de consommation énergétique constitue une hypothèque forte pour le développement durable des économies de l'UEMOA.

Le tableau suivant montre l'évolution des importations de produits pétroliers de 2003 à 2006 au sein de l'UEMOA.

| Année | Importations de produits pétroliers (milliards FCFA) | Part des importations dans le PIB (moyenne UEMOA) |
|--------------|---|--|
| 2003 | 1057 | 5% |
| 2004 | 1357 | 6% |
| 2005 | 1680 | 7% |
| 2006 | 2235 | 9% |

**Tableau 4: Importation de produits pétroliers dans l'espace UEMOA de 2003 à 2006 ;
BANQUE DE FRANCE, 2008**

2.2- Conséquences

Les difficultés énergétiques de l'Afrique de l'Ouest ont de nombreuses conséquences à des échelles diverses.

2.2.1- Conséquences socio-économiques

L'électricité est un levier majeur de développement des activités économiques et un service essentiel pour l'amélioration significative des conditions de vie. Les services énergétiques améliorent en effet la vie des populations de plusieurs façons.

L'exemple de l'éclairage électrique peut être cité ; il fournit des heures supplémentaires pour le travail et donc permet d'améliorer la productivité du travail, en zone urbaine et rurale.

Les faibles taux d'accès aux services énergétiques (électricité) en Afrique de l'Ouest, et plus particulièrement dans l'UEMOA, rendent difficiles les conditions de vie des populations, ralentissent les progrès en vue de l'atteinte de certains des Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD)⁷ et globalement le développement économique et social de la région.

⁷ Les huit objectifs du Millénaire pour le développement (OMD), ont été adoptés lors du Sommet du Millénaire (Septembre 2000, Nations Unies). Il s'agit de réduire l'extrême pauvreté et la faim; Assurer l'éducation primaire pour tous ; Promouvoir

Plusieurs niveaux de demande d'électricité ne sont pas satisfaites en Afrique de l'Ouest en raison de : l'insuffisance et la faible disponibilité de l'offre, les prix élevés et la mauvaise qualité du service. Cette situation de précarité énergétique généralisée décourage l'investissement dans de nombreux secteurs tels que les industries de transformation agro-alimentaires, les industries du froid, de pêche et d'aquaculture, les industries textiles, les services (tourisme, restauration ...).

Selon l'étude intitulée « Situation économique et financière 2010 et perspectives en 2011 » de la Direction de la prévision et des études économiques (DPEE) du Sénégal, « l'augmentation de la quantité d'énergie non-distribuée en 2010 (+101%) s'est traduite par une perte de croissance de 1,4% ». Cette étude relève également que « le secteur secondaire est plus affecté par les délestages, avec une baisse de sa valeur ajoutée de 2% contre 1,4% pour le secteur tertiaire.

2.2.2-Sur l'environnement et l'agriculture

La faiblesse ou l'absence d'électrification en milieu rural contribue à accroître la pression sur la biomasse. la cuisson des aliments et le chauffage se font essentiellement à partir de la combustion de bois de chauffe et de charbon. Les alternatives telles que l'utilisation de gaz (ou biogaz) sont très peu développées.

C'est pourquoi, la proportion de la biomasse dans les bilans énergétiques en Afrique de l'Ouest en général et dans l'espace UEMOA en particulier (70 -90%) donne une idée de la pression qu'exercent les populations de cette région sur le couvert végétal.

En effet la gestion non durable (10% seulement est issu de plantations d'eucalyptus et d'acacias) de la biomasse est un des moteurs de la déforestation qui se pose avec intensité , aujourd'hui, de sorte que cette problématique est, selon la Banque mondiale (2002), hissée au deuxième rang des problématiques environnementales les plus préoccupantes pour le 21e siècle, juste après les changements climatiques et avant la désertification, se pose avec acuité dans les pays en développement.

l'égalité des sexes et l'autonomisation des femmes ; Réduire la mortalité infantile ; Améliorer la santé maternelle ; Combattre le VIH /SIDA, le paludisme et d'autres maladies ; Préserver l'environnement ; Mettre en place un partenariat pour l'environnement.

En effet, selon Ariori Serge Léopold et Pierre Ozer « la tendance au déboisement dans la zone soudano-sahélienne s'est effectuée à un rythme très prononcé au cours de la seconde moitié du 20e siècle. Cette tendance au déboisement est globalement lourde (2% par an) et clairement alarmante (...). Il apparaît clairement que les coupes abusives pour satisfaire les besoins en énergie des populations et la demande en bois d'œuvre et l'expansion agricole représentent les deux principales causes directes de déboisement en Afrique de l'Ouest ».

(ARIORI et OZER, 2005)

Le tableau suivant montre l'évolution des superficies (en milliers d'hectares) des forêts en Afrique de l'Ouest de 1990 à 2010 (FAO, 2011).

| Année | 1990 | 2000 | 2010 |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|
| Superficie (en millier d'hectares) | 91 589 | 81 979 | 73 234 |

Tableau 5 : Evolution des superficies de forêts en Afrique de l'Ouest; FAO, 2011

Selon le rapport de la FAO, la déforestation reste alarmante malgré un ralentissement observé. Ce phénomène de déforestation a sur l'agriculture extensive de l'Afrique de l'ouest a des conséquences néfastes : érosion et dégradation des sols et contribuant ainsi à la réduction des rendements des productions agricoles déjà largement insuffisantes pour assurer une sécurité alimentaire

La déforestation amplifie le phénomène de changement climatique, et le changement met en péril les forêts. Selon la FAO (2006), Le changement climatique et les forêts sont en effet indissolublement liés. D'une part, les forêts subissent déjà les conséquences de la modification du climat de la planète par un accroissement des températures annuelles moyennes, une altération des régimes de précipitations et des phénomènes météorologiques extrêmes plus fréquents. D'autre part, les forêts et le bois qu'elles produisent piègent et stockent le dioxyde de carbone, jouant un rôle essentiel dans l'atténuation du changement climatique.

Par ailleurs, selon Secou Sarr « en Afrique de l'Ouest, la consommation du bois et de ses dérivés représente entre 80 et 95 pour cent des consommations finales d'énergie des ménages.

Cette dépendance sur la biomasse contribue au déséquilibre des écosystèmes et au renforcement de la vulnérabilité sociale et économique des femmes» (SARR, 2012)

2.2.2.1- Incidences sur la santé

L'activité de combustion du bois entraîne un dégagement de fumées, entraînant des maladies respiratoires ou oculaires.

En effet, la fumée produite par la combustion du bois-énergie de bois contient plusieurs composés chimiques nuisibles à la santé humaine.

Selon Kirk Smith, Le bois de feu qui n'est pas correctement brûlé pour devenir de l'anhydride carbonique se transforme en produits à combustion incomplète – monoxyde de carbone principalement, mais aussi benzène, butadiène, formaldéhyde, hydrocarbures aromatiques polycycliques et bien d'autres composantes nocives. On estime que le meilleur indicateur des dangers pour la santé dus à la fumée dégagée par la combustion consiste en de petites particules contenant de nombreux produits chimiques. (FAO, 2009)

Les fourneaux utilisés dans les pays en développement produisent de fortes concentrations de petites particules – normalement de 10 à 100 fois les niveaux à long terme préconisés par l'Organisation mondiale de la santé dans ses directives, révisées récemment, sur la qualité de l'air pour la protection de la santé (OMS, 2005).

Toutefois, même les fourneaux dotés de cheminées efficaces n'éliminent pas entièrement la pollution intérieure, en raison des fuites importantes qui se manifestent souvent, déterminant le retour dans la maison d'une partie de la fumée évacuée.

Les importantes émissions issues de polluants nuisibles pour la santé par unité d'activité, associées à l'utilisation journalière à proximité étroite de populations humaines nombreuses, signifient que le biocombustible domestique utilisé entraîne une forte exposition totale de la population à des polluants nocifs, exposition probablement plus forte que celle causée par l'utilisation mondiale de combustibles fossiles (Smith, 1993).

L'exposition est la plus élevée parmi les femmes pauvres et les enfants en bas âge dans les pays en développement, en milieu rural comme en milieu urbain, car ces groupes sont le plus souvent présents au moment de la cuisson

2.2.2.2- Incidence au plan écologique

Lorsque le bois est abusivement coupé à des fins énergétiques, sa fonction de régulateur écologique par l'absorption du dioxyde de carbone et sa contribution à la protection des sols par son feuillage et ses feuilles mortes qui atténuent l'énergie des pluies et du ruissellement qui en découle. (NGORAN, 2006)

III- LE RECHAUFFEMENT CLIMATIQUE ET SES EFFETS EN AFRIQUE DE L'OUEST

Une étude du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) sur l'évolution des conditions climatiques dans la région du Sahel et en Afrique de l'Ouest s'inquiète des répercussions sur la sécurité alimentaire et la stabilité régionale. Elle reconnaît que les conflits entre les communautés pour les ressources rares (terres arables, eau et forêts) est déjà une réalité en Afrique de l'Ouest ainsi que les migrations environnementales. Selon cette étude, *« Les déplacements précoces des éleveurs vers le Sud et vers les côtes, suite aux changements des conditions climatiques, peuvent donner lieu à une compétition accrue pour les ressources et à la destruction de cultures dans les régions de destination, menant ainsi à des conflits avec les communautés agricoles. Un tel phénomène a par exemple eu lieu lors de la sécheresse et de l'invasion de criquets qui a affecté le Niger en 2005, qui a mené à un déficit de rendement des cultures de 4,6 millions de tonnes forçant les éleveurs à migrer vers les pâturages de saisons sèches Nigérian plus tôt que prévu, et a également entraîné une hausse des prix laissant les ménages plus pauvres incapables d'acheter des aliments. »* (PNUE, 2011)

3.1- Evolution du climat en Afrique de l'Ouest

Selon le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), principal organisme international chargé de l'évaluation des changements climatiques, le réchauffement du système climatique mondial est indiscutable. Cette évidence est tirée de modélisations et de l'observation d'une hausse des températures moyennes de l'air et des océans à travers le monde, de la fonte généralisée des neiges et des glaces et d'une élévation du niveau moyen des mers. (GIEC, 2001)

D'après un rapport de la FAO, l'Afrique de l'Ouest a connu une forte diminution des précipitations durant les 50 dernières années avec une rupture nette dans les années 1968-1972. La réduction importante des précipitations apparaît clairement au Sahel, avec des épisodes de forts déficits en 1972-73, 1982-84 et 1997. La baisse de la pluviométrie n'a pas non plus épargné les zones soudanienne et guinéenne. (FAO, 2008)

3.2- Conséquences du changement climatique

Ce chapitre ci-dessous sur les *conséquences du changement climatique* en Afrique de l'Ouest s'appuie principalement sur les rapports du GIEC de 2001 et 2007.

Plusieurs régimes climatiques caractérisent le continent africain; les plus courants sont le climat tropical humide, le climat tropical sec et le climat tantôt humide, tantôt sec. Bon nombre de pays africains sont sujets à des sécheresses périodiques. En raison de l'inadaptation des politiques, de la vitesse de la croissance démographique et du manque d'investissements importants, conjugués à une grande variabilité du climat, il a été difficile pour plusieurs pays d'adopter des modes de vie permettant de réduire la pression exercée sur les ressources naturelles.

Comme l'affirme un rapport de la Banque mondiale, les pays d'Afrique subsaharienne sont plus particulièrement touchés par le changement climatique. La variabilité du climat n'est pas une nouveauté pour l'Afrique, qui y a déjà été confrontée au cours de son histoire ; mais les phénomènes météorologiques extrêmes, tels qu'inondations ou sécheresse, ont nettement gagné en fréquence et en intensité ces dernières années, et selon les prévisions, la tendance ira en s'aggravant. La vulnérabilité naturelle de la région s'en trouvera donc accrue. (BANQUE MONDIALE, 2009)

Aujourd'hui, l'Afrique est le continent le plus vulnérable aux effets des changements prévus parce que la pauvreté généralisée limite les capacités d'adaptation. Ces effets sont perceptibles à plusieurs niveaux. (GIEC, 2001)

3.2.1-Sur les Ecosystèmes

Les pressions démographiques et les systèmes d'utilisation des terres mettent en danger les forêts tropicales et les parcours naturels. Les effets généralement apparents de ce danger comprennent la perte de biodiversité, la détérioration rapide de la couverture terrestre et la

diminution de la disponibilité de l'eau en raison de la destruction des bassins versants et des aquifères. Les changements climatiques interagiront avec ces profonds changements dans l'environnement, ce qui aggravera davantage la situation. Une augmentation constante de la température ambiante moyenne au-delà de 1°C modifierait considérablement le couvert forestier et celui des parcours naturels, la distribution, la composition et le comportement migratoire des espèces ainsi que la distribution des biomes. Ceci conduira à la dégradation de services dispensés par ces écosystèmes.

Bon nombre d'organismes vivant dans les zones arides ont déjà presque atteint leur limite de tolérance, et quelques-uns seront peut-être incapables de s'adapter à un climat plus chaud. Toutefois, ces effets seraient probablement annulés par la pression démographique exercée sur les forêts et les parcours naturels marginaux. Les mesures d'adaptation à prendre consistent à réduire la déforestation, à améliorer la gestion des parcours naturels, à agrandir les aires protégées et à aménager les forêts de façon durable. (GIEC, 2001)

L'impact du changement climatique a un impact sur le développement. L'étude de l'Evaluation des Ecosystèmes du Millénaire montre que la dégradation des écosystèmes dégrade les services apportés par ces écosystèmes et empêchera d'atteindre les Objectifs de Développement du Millénaire (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005).

Un étude effectuée au Mali montre que de nombreux éléments de bien être dépendent de la sécurité alimentaire, de la santé, de l'accès à l'eau potable, du revenu, de l'accès à l'énergie de base, de l'éducation, des bonnes relations sociales, de l'habitat décent et de la sécurité corporelle qui sont affectés par les changements dans les services que procurent les écosystèmes. (MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE L'ASSAINISSEMENT, 2009)

Dans la plupart des cas les forces motrices de dégradation des écosystèmes combinent les facteurs naturels principalement les aléas climatiques (faiblesse et irrégularité des pluies) et les différentes pressions anthropiques : urbanisation incontrôlée, transformation des habitats, surexploitation des ressources et pollution. « Le climat de la région a déjà changé et continue de changer, modifiant la température, les précipitations et le niveau des eaux. » (Ministère de l'environnement et de l'assainissement, 2009). Or « du point de vue des changements climatiques, les zones humides jouent au moins deux rôles vitaux : d'une part, la gestion des

gaz à effet de serre, en particulier dioxyde de carbone et, d'autre part, en tamponnant les effets des changements climatiques ». (MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE L'ASSAINISSEMENT, 2009)

3.2.2-Sur les ressources en eau

La diminution des précipitations prévue par certains modèles de circulation générale, si elle était accompagnée d'une grande variabilité d'une année à l'autre, pourrait déséquilibrer le bilan hydrologique du continent Africain et perturber diverses activités socio-économiques qui dépendent de l'eau. La variabilité des conditions climatiques peut rendre plus difficile la gestion des ressources hydriques à la fois dans et entre les pays. (GIEC, 2001)

Une baisse de niveau dans les réservoirs des barrages et les cours d'eau pourrait par ailleurs amoindrir la qualité de l'eau en augmentant les concentrations d'eaux urbaines et des effluents industriels, ce qui accroîtrait la possibilité d'épidémies et réduirait la qualité et la quantité de l'eau douce utilisée à des fins domestiques. Les mesures d'adaptation à prendre comprennent la récupération de l'eau, la gestion du débit sortant des barrages et l'utilisation plus efficace de l'eau.

Comme le montrent Mahé, Olivry et Servat les pluies ont diminué en Afrique de l'Ouest depuis 35 ans, entraînant une diminution des écoulements dépassant parfois plus de 60%. Il s'agit d'un phénomène continental, influencé par le changement climatique, et aggravé par la dégradation d'origine humaine des sols. Les conséquences sont extrêmes et paradoxales avec tout à la fois des étiages très importants conduisant à l'abaissement du niveau des nappes dans les régions humides; et simultanément l'augmentation des coefficients d'écoulement au Sahel, provoquant des crues plus fortes qui causent des dommages à des infrastructures sous-dimensionnées (MAHE, et AL., 2005).

3.2.3- Sur l'agriculture et la sécurité alimentaire

Le changement climatique est une des principales menaces qui pèsent sur le développement de l'Afrique rurale et à défaut de stratégies d'adaptation à grande échelle, le problème qu'il pose est insoluble. (RURAL 21, 2011)

Selon un rapport de la Banque mondiale, l'évolution du climat pourrait être lourde de conséquences pour ceux qui vivent de l'agriculture pluviale, secteur qui emploie environ 70 % de la population africaine. En l'absence de gains de productivité agricole importants, la sécurité alimentaire de la région risque d'être compromise (BANQUE MONDIALE, 2009)

Pour la FAO, l'agriculture est le principal pilier économique de la plupart des pays africains, mis à part ceux qui exportent du pétrole; elle contribue dans une proportion de 20 % à 30 % au produit intérieur brut (PIB) des pays au sud du Sahara et représente 55 % de la valeur totale des exportations africaines. Presque partout en Afrique, l'exploitation agricole est entièrement tributaire de la qualité de la saison des pluies, ce qui rend ce continent particulièrement vulnérable aux changements climatiques. La fréquence accrue des sécheresses pourrait considérablement amoindrir les disponibilités alimentaires, comme ce fut le cas dans la corne et le sud de l'Afrique pendant les années 1980 et 1990. De nombreux pays ressentent déjà les effets du changement climatique, tels que l'irrégularité et l'imprévisibilité des précipitations, l'incidence accrue des tempêtes et les sécheresses prolongées. Le changement des conditions météorologiques favorise aussi l'apparition de ravageurs et de maladies qui s'attaquent aux cultures et au bétail. Les terres cultivées, les pâturages et les forêts, qui représentent 60 pour cent de la surface de la terre sont progressivement exposées à la variabilité accrue et au changement du climat. (FAO, 2011)

Dans les régions subtropicales, le réchauffement du climat hivernal réduirait la fréquence des périodes de gel, ce qui permettrait de cultiver, à une altitude plus grande qu'il n'est possible de le faire actuellement, des produits horticoles vulnérables au gel. Il se peut que la productivité des pêcheries d'eau douce augmente, mais la composition des espèces de poisson pourrait être modifiée. Des changements dans la dynamique des océans pourraient donner lieu à une modification du comportement migratoire du poisson et peut-être à une diminution des prises, notamment dans les pêcheries artisanales côtières. (GIEC, 2001)

3.2.4-Systèmes côtiers

Plusieurs zones côtières de l'Afrique subissent déjà un stress dû à la pression démographique et aux utilisations conflictuelles, seraient détériorées en raison de l'élévation du niveau de la mer causée par les changements climatiques. Le littoral des pays côtiers de l'ouest comprend des lagunes situées dans des dépressions de terrain qui sont susceptibles d'être érodées et donc mises en danger par l'élévation du niveau de la mer, notamment parce que, dans la

plupart de ces pays, d'importantes villes sont en bordure de la mer et prennent rapidement de l'expansion. La côte ouest est souvent frappée par des raz de marée et risque actuellement d'être érodée, inondée et touchée par de violentes tempêtes. Il existe des mesures d'adaptation pour les zones côtières de l'Afrique, mais elles seraient très coûteuses pour bien des pays parce qu'elles diminueraient leur PIB. Ces mesures pourraient comprendre la construction d'ouvrages longitudinaux ainsi que le déménagement de peuplements humains et d'autres installations socioéconomiques vulnérables. (GIEC, 2007)

3.2.5-Peuplements humains, industrie et transports

Les principaux problèmes auxquels les populations africaines devront probablement faire face seront causés par des phénomènes climatiques exceptionnels comme les inondations (et les glissements de terrain qui s'ensuivront dans certaines régions), les vents violents, les sécheresses. (GIEC, 2007)

Les personnes vivant dans les régions marginales seront peut-être forcées d'émigrer dans les zones urbaines (où l'infrastructure est déjà saturée en raison de la pression démographique) si les nouvelles conditions climatiques rendent les terres marginales moins productives. Les changements climatiques pourraient aggraver les tendances actuelles de l'appauvrissement des ressources bioénergétiques.

La réduction du débit des cours d'eau pourrait occasionner une diminution de la production d'hydroélectricité, ce qui nuirait à la productivité industrielle et entraînerait le déménagement de certaines usines, dont le coût serait élevé. Si les conditions climatiques changeaient, la gestion de la pollution, du système sanitaire, de l'élimination des déchets, de l'approvisionnement en eau et de la santé publique ainsi que l'installation d'une infrastructure convenable dans les zones urbaines pourraient devenir plus difficiles et plus coûteuses.

3.2.6-Energie

Les effets des changements climatiques sur le secteur de l'énergie se traduiront surtout par la diminution ou la modification du potentiel de production d'hydroélectricité et l'influence de l'accroissement du ruissellement (et donc de l'envasement) sur la mise en valeur de l'énergie hydraulique ainsi que par des changements dans le taux de croissance des arbres utilisés comme combustible. L'élément du secteur de l'énergie le plus vulnérable aux changements climatiques en Afrique est la fourniture de services énergétiques pour desservir les régions

rurales et, dans une certaine mesure, pour répondre aux besoins des villes à faible revenu. Par ailleurs, des millions de mètres cubes de bois sont récoltés chaque année à des fins énergétiques. Le secteur de l'énergie compte donc beaucoup sur la biomasse, ce qui pose un grave problème parce que seule la régénération naturelle des forêts indigènes peut l'aider à s'approvisionner. (GIEC, 2001)

3.2.7-Santé humaine

L'Afrique sera probablement en danger surtout en raison de la fréquence accrue des maladies à transmission vectorielle et de l'aggravation de la situation alimentaire. Le changement du climat aura peut-être pour effet la propagation de la malaria dans de nouvelles régions; la modification de la configuration de la température et des précipitations pourrait aussi accroître l'incidence de la fièvre jaune, de la dengue, de l'onchocercose et de la trypanosomiase. L'accroissement de la morbidité et de la mortalité dans les sous-régions où les maladies à transmission vectorielle augmentent à la suite des changements climatiques aurait des conséquences économiques d'une portée considérable. (GIEC, 2001)

3.2.8-Tourisme et faune

Le tourisme, l'une des industries de l'Afrique qui croissent le plus rapidement, compte sur la faune, les réserves naturelles, les stations estivales côtières et un approvisionnement considérable en eau pour les loisirs. Les sécheresses ou la diminution des précipitations prévues au Sahel ainsi que dans l'est et le sud de l'Afrique dévasteraient la faune et rendraient moins intéressantes certaines réserves naturelles, ce qui réduirait les revenus provenant des énormes investissements actuels dans le tourisme. (GIEC, 2001)

Le continent africain est particulièrement vulnérable aux effets des changements climatiques en raison de facteurs comme la généralisation de la pauvreté, la périodicité des sécheresses, la répartition inéquitable des terres et la dépendance excessive vis-à-vis de l'agriculture sans irrigation. Les changements climatiques ont déjà de multiples effets en Afrique de l'Ouest, contraignant cette région à de coûteuses politiques d'adaptation. Mais au vu des émissions actuelles l'Afrique de l'Ouest porte une faible responsabilité. En effet selon un rapport du PNUD, Les données comparatives sur les émissions de GES révèlent que les européens et les américains émettent respectivement, environ 50 à 100 fois et 100 à 200 fois plus que les

africains. L'Afrique génère en moyenne moins de 4 % des émissions de GES produites à l'échelle mondiale (PNUD, 2001).

Cette réalité permet d'affirmer que l'effort de réduction des émissions de GES à travers par exemple le développement de filières d'énergies renouvelables ne devrait pas peser principalement l'Afrique de l'Ouest mais au contraire sur les pays émettant le plus de GES.

Cependant, étant donné qu'aujourd'hui les combustibles fossiles (pétrole notamment) s'avèrent coûteux et pèsent donc sur la balance commerciale des pays d'Afrique de l'Ouest, et que par ailleurs, la biomasse est gérée de façon non durable, il est nécessaire de trouver les conditions économiques de développement de ces technologies d'énergies renouvelables dans le contexte économique et social africain.

IV-LES ENERGIES RENOUVELABLES EN AFRIQUE DE L'OUEST

Les énergies renouvelables en Afrique en général et en Afrique de l'Ouest en particulier sont à la fois disponibles et très faiblement exploitées (en dehors de la biomasse).

Cette partie a pour but de faire une synthèse de la situation de l'ensemble des filières d'énergies renouvelables en Afrique de l'ouest, dans le contexte décrit précédemment, caractérisé par un secteur de la production électrique en grande difficultés et dont les conséquences se conjuguent avec celles du changement climatique.

4.1- Caractérisation des différentes technologies par source d'énergie renouvelables utilisables en Afrique de l'Ouest

Différentes technologies sont utilisées en Afrique de l'Ouest, en fonction des sources d'énergies renouvelables. Le tableau suivant répertorie ces technologies en définissant leurs caractéristiques.

| Source d'énergie | Transformation | Technologie | Niveau d'utilisation |
|------------------|---------------------------|---|--|
| Biomasse | Charbon de bois | Carbonisation / Pyrolyse (Décomposition thermique en absence d'oxygène) | Assez répandu mais absence de statistiques |
| | Biogaz | Méthanisation | Programmes nationaux (Burkina Faso ; Sénégal ; Mali) |
| | Biocarburants | -Fermentation des sucres (bioéthanol) -Extraction de l'huile (biodiesel) | -Usine de distillerie au Sénégal (2006) Mise en place de politiques et stratégies de développement (Mali ; Sénégal) |
| | Electricité et de chaleur | Cogénération | En projet UEMOA |
| | Briquettes combustibles | Compactage des résidus de scieries | Très peu utilisé (Mali) |
| Vents (Eolien) | Electricité | Turbines éoliennes | Cap Vert |
| Soleil | Electricité | Photovoltaïque | 0,5 % du mix dans l'espace UEMOA |
| | Chaleur | Thermique | |
| Hydraulique | Electricité | Petites centrales hydroélectriques | Absence de données |
| | | Grands barrages | 32% du mix de production d'électricité dans l'espace UEMOA (2006) |

Tableau 6: Technologies par source d'énergie renouvelables utilisables en Afrique de l'Ouest ; Par l'auteur

Le tableau suivant définit les différentes catégories des petites centrales hydroélectriques.

| Catégorie | Puissance installée | Caractéristiques |
|--------------------------|---------------------|---|
| Hydraulique artisanale | - | Roues à eau. Utilisation de la force mécanique |
| Pré-électrification | < 1 kW | Charge de batteries avec une installation "dynamo" (courant continu) sur roue à eau |
| "Kits" hydro-domestiques | 50 Watt - 2 kW | appareils compacts "prêts à brancher". Installation simple réalisable par l'utilisateur |
| Pico-centrales | (1) 2 - 50 kW | Approche technique et planification simplifiées : les rendements sont moyens |
| Microcentrales | 50 - 500 kW | Approche technique et planification simplifiées : les rendements sont moyens |
| "Petites centrales" | 500 kW - 10 MW | Niveau technique international |

Tableau 7 : Catégories de petites centrales hydroélectriques ; Levet Jérôme (RIAED), 2007

4.2- Géothermie et énergies marines: des énergies non disponible et non exploitées en Afrique de l'Ouest

L'Afrique de l'Ouest ne possède pas de potentiel en matière de géothermie, essentiellement concentré dans l'Est de l'Afrique. (HEURAUX C., 2010)

Quant aux énergies marines, aucune étude à ce jour n'a évalué leurs potentialités en Afrique de l'Ouest mais la longueur du littoral (environ 5000 km) indique qu'il y a certainement des possibilités à explorer.

4.3- La biomasse, une ressource exploitée de façon non durable en Afrique de l'Ouest

4.3.1- Le bois-énergie

La biomasse, notamment le bois-énergie, est une source d'énergie non commerciale pour laquelle il est difficile d'avoir des statistiques fiables en Afrique de l'Ouest. Cette absence de base de données entraîne la difficulté de planification des reboisements.

En Afrique de l'Ouest, la plupart des foyers en milieu rural utilisent le bois (branches ou pailles de végétaux) comme combustible pour les besoins de cuisson prioritairement mais aussi pour la construction de cases ou d'enclos pour l'élevage d'animaux domestiques. Le bilan énergétique des pays de l'Union est dominé par la biomasse qui représente à elle seule plus de 80% de la consommation d'énergie primaire. Cette part atteint les 90% dans des pays comme le Burkina Faso. (UEMOA, 2008)

Le tableau suivant est une évolution comparée de la consommation de biomasse en Afrique de l'Ouest (en Mtep) et en Afrique du Nord.

| Année | 1977 | 1987 | 1997 | 2000 | 2006 | 2007 |
|---------------------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| Afrique du nord | 1,600 | 2,063 | 2,680 | 2,892 | 3,300 | 3,400 |
| Afrique de l'Ouest | 54,377 | 70,795 | 91,973 | 97,756 | 111,940 | 114,100 |

**Tableau 8: Consommation comparée de la biomasse en Afrique de l'Ouest et du Nord ;
OUEDRAOGO, 2011**

Le tableau suivant montre le pourcentage de la biomasse dans la consommation d'énergie dans quelques pays d'Afrique de l'Ouest.

| Pays | % de la biomasse dans la consommation d'énergie |
|--------------|--|
| Burkina Faso | 87,1 |
| Niger | 80,6 |
| Togo | 71,2 |
| Sénégal | 56,2 |
| Bénin | 89,2 |
| Guinée | 74,2 |
| Mali | 88,9 |

Tableau 9 : Pourcentage de la biomasse dans la consommation d'énergie ; Le bulletin africain, 2005

Le bois-énergie joue un rôle majeur dans le secteur énergétique en Afrique de l'Ouest. Entre 70 % et 90% des ménages de cette région utilisent cette source d'énergie sous formes de bois, charbon de bois ou déchets agricoles pour la cuisine et le chauffage (OUEDRAOGO, 2011)

En matière de combustibles domestiques, la biomasse représente environ 80% de la consommation énergétique totale (OUEDRAOGO, 2011) de la région, avec les conséquences qui en découlent en termes d'impacts négatifs sur la santé et en dégradation potentielle de l'environnement.

Le bois énergie constitue donc l'une des principales ressources énergétiques des États Membres de l'Afrique de l'Ouest. Elle est surtout concentrée dans la partie tropicale humide au sud de la région, et les quantités disponibles varient d'un pays à l'autre en fonction du climat. Les ménages utilisent la biomasse sous formes de bois, de charbon de bois ou de résidus agricoles comme source d'énergie pour cuisiner et se chauffer. Seulement environ 10% de cette source d'énergie provient de plantations (Eucalyptus, Acacia)

Selon des évaluations de l'UICN, le potentiel forestier serait encore suffisant dans beaucoup de pays pour couvrir la demande globale en combustible, bien que des disparités internes existent entre des zones. (UICN, 2003)

4.3.2- Les biocarburants

La production de biocarburants en Afrique de l'Ouest est relativement récente.

Au Mali, la *Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit* (GTZ) agence de coopération technique allemande pour le développement (actuelle GIZ), a lancé les activités relatives au *Jatropha curcas*, (plante oléagineuse qui peut produire théoriquement jusqu'à 2000l/ha de biodiesel) en 1987 dans le cadre d'un programme de promotion des énergies renouvelables. la culture de cette plante y est assez avancée car elle (la plante) est très largement utilisée comme haie dans le pays sur environ 10000 kilomètres avec un taux de croissance de 2000 kilomètres par an. Le projet *Jatropha* lui-même a commencé en 1993 et s'est terminé en 1997 ; ce projet ne visait pas particulièrement la production de biocarburants mais plutôt l'utilisation de cette huile comme élément essentiel pour activer un système circulaire combinant des effets écologiques, économiques et de génération de revenus en particulier en faveur des femmes. (GANDONOU, 2007).

Plus généralement en Afrique de l'Ouest, la filière biocarburant tend à se développer avec notamment l'exploitation du *jatropha curcas* dans plusieurs Etats (Mali, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Ghana, Nigeria). La plupart de ces Etats de la sous-région ouest-africaine ont élaboré des politiques et stratégies nationales en matière de biocarburants.

Le Sénégal, le Ghana et le Nigéria possèdent des stratégies nationales de promotion des biocarburants, basées sur la mise sur pied d'un comité technique chargé de définir les politiques à mettre en œuvre dans ce secteur, de créer un cadre législatif et réglementaire incitatif pour la production et l'utilisation des biocarburants et de développer dans les court et moyen termes des filières bio alcool et biodiesel. (GANDONOU, 2007)

Dans la plupart des pays, même si l'initiative est prise par les autorités publiques, les sociétés privées et les Organisations Non-Gouvernementales (ONG) sont associées aux stratégies. Dans certains cas, ces privés ou ONG s'intéressent aux secteurs des biocarburants indépendamment des décisions publiques. L'UEMOA et le FAGAS (Fonds Africain de Garantie et de Financement) sont impliqués dans la promotion et le développement de la filière Biocarburant en Afrique de l'Ouest.

4.3.3- Le biogaz

Le biogaz est un gaz composé de gaz carbonique inerte, de méthane (inflammable), obtenu suivant le principe de méthanisation ou fermentation qui s'applique surtout aux ordures ménagères, aux boues des stations d'épuration urbaines, aux effluents agroalimentaires et aux déchets d'élevage » (VERNIER, 2007). C'est un principe biologique par lequel des bactéries décomposent des matières organiques en absence d'air (milieu anaérobie).

En Afrique de l'Ouest, le Burkina et le Sénégal sont les deux seuls Etats d'Afrique de l'Ouest à avoir bénéficié en 2009 de l'appui de *l'Africa biogas partnership programme* (ABPP) pour mettre en œuvre un programme national de bio digesteurs jusqu'en 2013.

Ces programmes ont donné des résultats probants au Burkina : en 2011, environ 300.000m³ de biogaz ont été produits par les bio digesteurs, soit "299.376m³ de biogaz, récoltés par les 609 bio digesteurs" implantés dans 9 des 13 régions du pays. Les bio digesteurs, une centaine en 2010 et plus de 700 en décembre 2011, ont permis de "protéger 65,08ha de forêts et d'économiser 382,54t de bois pour qui cette technologie a permis à l'Etat de faire des économies de 46,3 millions FCFA représentant l'importation de 12.080 bouteilles de gaz butane de 12,5Kg. (ABPP, 2011)

4.3.4- Production d'électricité

La production d'électricité à partir de biomasse en Afrique de l'Ouest n'est qu'un projet (UEMOA, 2008). Il existe un potentiel à trois niveaux :

- Résidus agricoles: bagasse issue de la production sucrière, coques de café et cabosses de cacao, coques de noix de palmiste, tiges ...
- Production dédiée: tubercules comme le manioc mais en concurrence avec l'alimentation humaine
- Ressources ligneuses: bois

La forme d'utilisation la plus répandue est celle de l'utilisation du bois pour la cuisine notamment (bois de feu, charbon de bois).

Les avantages qu'offre la biomasse dans la production d'électricité pour l'UEMOA sont notamment la possibilité de produire de l'électricité en valorisant des sous-produits et déchets

agricoles, ainsi que la possibilité de produire de l'électricité avec du bois en ayant comme sous-produit du charbon à commercialiser (technologie de pyrolyse).

Des technologies s'adaptant plutôt à la génération sur site et à des petites ou moyennes puissances car dépendant de l'état de la biomasse, une exploitation du bois préjudiciable à l'environnement et une compétition sur les terres arables constituent les inconvénients majeurs de cette activité. Toutefois, le coût assez élevé du kWh produit (+ de 50 F CFA) en fait une source de second choix pour l'offre à mettre sur le réseau mais correspond bien à la génération sur site pour une distribution localisée.

4.4- Des ressources disponibles mais faiblement exploitées : hydroélectricité, éolien et solaire

4.4.1- hydroélectricité

Le potentiel hydroélectrique de l'Afrique de l'Ouest est principalement concentré dans 5 des 15 Etats constitutifs de la CEDEAO. Ce potentiel, estimé à 25 000 MW n'est aujourd'hui exploité qu'à hauteur de 16% (CEDEAO, 2005).

La carte hydrographique de l'UEMOA montre que la zone dispose d'un potentiel important de sites susceptibles d'accueillir l'aménagement d'une centrale hydroélectrique de grande ou de petite capacité. Le potentiel hydroélectrique prouvé est de 2 837 MW.

Aujourd'hui, seulement 921 MW de puissance sont exploités, dont 65% en Côte d'Ivoire. Ce qui fait de l'hydroélectricité la source majeure de production et une alternative crédible pour le développement de l'offre d'électricité dans l'UEMOA.

Il existe aussi à l'échelle des différents pays de l'UEMOA un potentiel de développement de la petite et de la moyenne hydroélectricité.

4.4.2- Energie éolienne

Dans l'espace UEMOA, le potentiel éolien existe mais reste assez mal connu en l'absence d'études permettant d'identifier les vents dominants ainsi que leur force et leur régularité. En

effet, on a identifié un potentiel sur la façade atlantique (nord du Sénégal) avec des vents assez constants qui se situent entre 5,5 à 7 mètres par seconde. Un potentiel existerait sur d'autres zones côtières et continentales (Cotonou, Lomé) mais reste mal connu.

Le Cap Vert, dont l'énergie éolienne contribue déjà, grâce au projet *Cape Verde Wind Power* pour un quart (25%) dans sa production totale d'énergie fait figure d'exception dans la région. L'île bénéficie de vents dominants venus de l'océan Atlantique et les autorités souhaitent, dans le cadre d'une transition énergétique vers les énergies renouvelables atteindre, d'ici 2020 une contribution de l'énergie éolienne de 50%.

4.4.3- L'énergie solaire

4.4.3.1- Définitions

L'énergie solaire est l'énergie produite à partir du rayonnement solaire. Le soleil est certainement la plus importante source d'énergie et les nombreuses réactions nucléaires qui se produisent en son sein la renouvellent. Le rayonnement solaire est constitué principalement de lumière et de chaleur (VERNIER, 2007)

L'énergie solaire est à l'origine de la vie et des cycles biologiques et climatiques donc des richesses énergétiques fossiles (charbon, pétrole, gaz) et renouvelables (biomasse, énergie hydraulique et éolienne) est exploitée de façon indirecte depuis les temps les plus reculés : nourriture, bois de feu, marine à voile, moulins à eau ou à vent. (HERLEA, 1995)

Nous nous limiterons dans notre développement aux procédés de conversion suivants, en parlant d'énergie solaire :

❖ Conversion en énergie thermique

- Conversion en chaleur à basse température (20 degrés à 100 degrés)

On réalise cette conversion à l'aide de capteurs plans à eau ou air ; et le principe de fonctionnement est basé sur l'effet de serre. Le rendement de conversion atteint les 85%

- Conversion en chaleur à haute température (100 degrés à 4 000 degrés C)

Une concentration de lentilles ou de miroirs permet d'atteindre des températures très élevées. (COTA, 1981)

❖ *Conversion en électricité par voie photovoltaïque*

L'effet photovoltaïque, découvert par le physicien Becquerel en 1839, permet la conversion directe du rayonnement solaire en électricité. Dès qu'elle est éclairée, une cellule photovoltaïque (appelée également photopile), génère un courant électrique continu à ses bornes, sous une tension électrique. Son principe de fonctionnement consiste à convertir l'énergie cinétique des photons (particules de lumière par exemple composant du rayonnement solaire) en énergie électrique.

L'énergie solaire constitue par la disponibilité de cette source d'énergie dans la toute région (Afrique de l'Ouest) une filière particulière autour de laquelle nous construisons notre argumentation. En effet, pour Heuraux Christine, le soleil est la première ressource énergétique à laquelle on associe spontanément l'Afrique (...). Il suscite d'autant plus d'espoirs que les technologies progressent et qu'il présente des atouts indéniables : son « combustible » inépuisable et gratuit affranchit de la dépendance au coût fluctuant du pétrole ; les équipements nécessaires pour en bénéficier (panneaux, batteries, onduleurs) sont d'un usage modulable, adaptable à un habitat dispersé et décentralisé (cases individuelles, écoles, dispensaires) ; ils sont même tout particulièrement adaptés à certains usages spécifiques vitaux (pompes à eau, relais de télécommunications...) (HEURAUX , 2010)

Pourtant ce potentiel solaire est encore très peu valorisé et ne dépasse pas les 0,5% de part du mix énergétique quel que soit les pays de l'UEMOA. Les principales réalisations concernent quelques petits projets souvent expérimentaux surtout photovoltaïques de très faible capacité. L'utilisation de fours solaires, ou de climatisation solaire restent encore très marginaux à l'échelle de la sous région.

4.4.3.2- Différents usages de l'énergie solaire en Afrique de l'Ouest

Le tableau suivant montre les principaux usages de l'énergie solaire en Afrique de l'ouest.

| Technologie solaire | Principaux usages |
|-----------------------------|--|
| Photovoltaïque | Eclairage domestique et collectif Alimentation de téléviseurs, radios Pompage hydraulique Recharges de batteries (téléphones portables) |
| Thermique basse température | Chauffage d'eau Cuisson des aliments Séchage de récoltes |

Tableau 10 : Principaux usages de l'énergie solaire en Afrique de l'Ouest ; Enquêtes de terrain Burkina Faso ; Côte d'Ivoire et Sénégal

4.4.3.3- Importance du gisement solaire

L'Afrique de l'Ouest fait partie des régions les plus ensoleillées de la terre, avec un potentiel de flux solaire moyen d'environ 5 à 6 KWh/m²/jour. (CEDEAO, 2006)

Des régions tropicales aux désertiques, le soleil est présent quasiment toute l'année et brille en moyenne durant 3000 heures par an dans les Etats de l'UEMOA (UEMOA, 2008).

Les Etats les plus proches du désert du Sahara (Sénégal, Mali, Burkina Faso, Niger) restent les plus ensoleillés mais le nord des pays plus méridionaux (Côte d'Ivoire, Bénin et Togo) est également très ensoleillé. L'importance de l'ensoleillement et la perspective réelle mais lente de réduction des coûts de la technologie photovoltaïque ont conduit à prévoir une contribution très significative de l'énergie solaire photovoltaïque pour l'accès des populations rurales à un service électrique de base – mais qui s'est avérée surestimée.

4.4.3.4- Diversité des enjeux

Le chapitre sur les enjeux et les obstacles s'appuie principalement sur le rapport de master 2 (écologie globale et développement durable à l'IHEID, Institut des hautes études internationales et du développement (Genève, Suisse) par Gbossou Christophe (2008) intitulé : *Energies renouvelables en Côte d'Ivoire. Obstacles et solutions pour la*

vulgarisation de l'énergie solaire. L'exploitation de l'énergie solaire en Afrique de l'Ouest peut en effet avoir des incidences positives dans plusieurs domaines.

- **Au plan social**

L'électrification solaire a plusieurs effets au plan social, notamment l'amélioration de l'organisation de la vie sociale à travers le passage d'une source de lumière individuelle (lampe tempête) à une source collective (ampoule qui éclaire une pièce).

On note par ailleurs un élargissement de l'espace de communication avec la possibilité d'avoir un poste téléviseur. L'électrification des villages et hameaux dans des régions rurales situées loin du réseau électrique traditionnel permet évidemment aux populations d'accéder à l'éclairage durant la nuit et aussi aux services d'information (TV et Radios) et quelquefois de communication (Cellulaires) ; la réduction de certaines corvées physiques, notamment le puisage d'eau manuel d'eau et le transport de bois de chauffe dès l'introduction de pompes et de cuisinières solaires ; la réduction de l'écart entre ruraux et citadins et la lutte contre l'exode rural à travers l'accès à certaines commodités.

- **Au plan économique**

- *Réduction de la dépendance vis-à-vis des combustibles fossiles*

Les cours du pétrole brut poursuivent leur envol sur les marchés mondiaux et de nombreux pays africains importateurs de pétrole commencent à envisager très sérieusement d'autres moyens de réduire leur dépendance vis-à-vis du pétrole en particulier et des combustibles fossiles en général. En raison donc du coût plus élevé de l'importation de pétrole, il reste désormais moins de devises pour importer d'autres articles de base. Les activités qui sont fortement tributaires du secteur énergétique et des transports sont alors particulièrement touchées, les coûts de production augmentant et entraînant éventuellement des compressions de personnel et des licenciements. La montée du coût de l'énergie et des transports se répercute souvent sur les consommateurs. Elle contribue aussi à renchérir les prix de nombreux articles et services, ce qui nuit surtout aux couches pauvres de la population.

Par ailleurs, l'éclairage grâce à des équipements solaires des hameaux et villages permet naturellement de réduire les charges d'achat de pétrole et de piles, afin de s'éclairer à la lampe tempête ou les groupes électrogènes.

- *Véritable vecteur de développement économique*

L'énergie solaire est un facteur de développement économique, qui permet d'améliorer et d'intensifier les activités agricole et industriel. En effet, aujourd'hui, en Côte d'Ivoire comme dans beaucoup d'autres pays en développement, de nombreuses régions agricoles vivent surtout d'agriculture vivrière. Les populations produisent donc ce dont elles ont besoin pour vivre.

L'introduction de technologies solaires leur permet d'intensifier leur agriculture, donc d'accroître la capacité de production des populations rurales ivoiriennes. Désormais, la commercialisation de leurs excédents sera plus importante et leur permettra à plus ou moins court terme d'améliorer leurs revenus.

Des expériences de projets réalisés en milieux ruraux ont montré que grâce à l'exploitation de l'énergie solaire, des activités génératrices de revenus que donne l'eau tels que l'agriculture et l'élevage peuvent être amplifiés (cultures maraîchères autour des pompes photovoltaïques ; vente de l'eau pour le bétail ou pour l'approvisionnement domestique ; Développement de la pisciculture) ou la vente d'énergie (recharge de batteries et piles)

- *Impact sur la santé*

Dans les milieux ruraux d'Afrique de l'Ouest, de nombreux centres de santé ne possèdent pas suffisamment d'eau potable (20 litres d'eau sont nécessaires par jour et par personne) du fait de l'archaïsme des méthodes de pompages, inefficaces. Le développement de stations de pompage fonctionnant à partir de l'énergie solaire (pompages photovoltaïques), permet inéluctablement d'accéder plus aisément à de l'eau potable en quantité acceptable dans les centres de santé en milieu rural. Par ailleurs, ces équipements permettent d'améliorer la qualité de l'eau de boisson et donc de réduire les maladies diarrhéiques.

De même, les systèmes solaires permettent de mettre à la disposition des patients de l'eau chaude, nécessaire à leur confort et l'hygiène. D'autre part, les campagnes de vaccinations sont nombreuses surtout pour les enfants mais il est souvent difficile de conserver les vaccins dans les milieux ruraux. Les systèmes de réfrigération alimentés par des équipements solaires qui utilisent des batteries alimentées par des panneaux solaires, permettent de conserver ces vaccins.

L'accès à l'énergie solaire dans les centres de santé des milieux ruraux permet de renforcer l'efficacité des infirmiers. Désormais ils peuvent travailler même la nuit dans des conditions d'éclairage acceptables.

- *Impact sur l'éducation en milieux ruraux*

L'éclairage des écoles et des maisons des instituteurs a une incidence nette sur le rendement des élèves. En effet, les instituteurs acceptent plus facilement leurs conditions de vie légèrement améliorées par l'éclairage des classes et de leurs domiciles. Ils peuvent désormais poursuivre les cours après une certaine heure le soir et corriger les cahiers des élèves la nuit. Les écoliers eux, peuvent, réviser à la maison les leçons sans se soucier de la disponibilité de la lampe tempête de la maman. Les incidences sur le rendement des élèves est facilement perceptible.

▪ **Enjeu environnemental**

- *Préservation des forêts*

Selon ENDA-Tiers Monde, « la plupart des cas de déforestation est due à la coupe abusive du bois-énergie par la population et au surpâturage induit par les besoins pastoraux. Les équipements solaires offrent la possibilité de réduire considérablement la pression anthropique sur le couvert forestier », soit en se substituant aux combustibles ligneux pour les besoins de cuisson, de séchage, de chauffage, etc., soit en favorisant l'accroissement de l'offre de biomasse à des fins énergétiques et alimentaires (plantations irriguées d'arbres à croissance rapide pour le bois de feu, cultures d'oléagineux ou de plantes sucrières pour les biocarburants, récupération de résidus agricoles pour la confection de briquettes combustibles, cultures maraîchères de contre-saison, etc.) (ENDA, 1995)

Ainsi, les fours ou cuisinières solaires utilisés à grande échelle pourraient permettre de réduire les destructions massives de forêts et qui créent ainsi des problèmes importants d'érosion des sols et de la « remontée du désert » dans les zones arides. (PERCEBOIS, 1975)

- *Lutte contre la pollution et réduction des gaz à effet de serre*

L'énergie solaire a un impact direct potentiel sur la qualité de l'environnement immédiat.

En se substituant aux énergies conventionnelles employées par les populations pour leurs différents besoins, les équipements solaires permettent d'éviter la production d'effluents nocifs contribuant à l'accroissement de l'effet de serre et des autres formes de pollution :

Anhydride carbonique et oxyde de carbone (cas des lampes tempêtes et des réfrigérateurs à pétrole, des motopompes, etc.) Métaux et autres substances chimiques toxiques contenus dans les piles sèches et les accumulateurs sont sources de pollution du sol. Par ailleurs, d'autres nuisances causées par les énergies conventionnelles (bruits assourdissants des moteurs, fuites d'huiles et de lubrifiants) qui dégradent les sols et polluent les eaux peuvent être évitées (ENDA, 1995).

- *Contribution à une répartition plus égale des ressources*

En Afrique de l'Ouest, les populations rurales isolées et éloignées du réseau électrique conventionnel peuvent être considérées comme lésées du fait qu'elles n'ont pas accès à l'électricité, contrairement aux populations citadines. On peut donc parler d'une répartition inégalitaire des ressources énergétiques. Une meilleure exploitation du solaire participerait à une répartition plus égale des ressources énergétiques du pays et réduirait ainsi les profondes inégalités à ce niveau. Ainsi, l'exploitation de l'énergie solaire pourrait participer efficacement à la lutte contre les inégalités de développement des régions d'Afrique de l'Ouest.

▪ **Enjeu énergétique**

Les Etats d'Afrique de l'Ouest possèdent des capacités de production d'énergie limitées alors que les besoins et les attentes des populations sont énormes. La satisfaction de l'ensemble des besoins énergétiques en hausse permanente, représente une équation à résoudre par les Etats et une des solutions serait une l'exploitation plus soutenue de l'énergie solaire, afin de contribuer à la fois à la sécurité et la continuité de la fourniture d'énergie, la réduction du coût de l'énergie à travers la réduction de la dépendance vis-à-vis des énergies fossiles en général et du pétrole en particulier.

▪ **Enjeux techniques**

La vulgarisation des équipements solaires lors de projets dans les pays d'Afrique subsaharienne suscitent :

- la formation de capacités humaines pour l'innovation et la recherche et développement dans des centres nationaux spécialisés dans les énergies renouvelables.
- la création ou le renforcement d'entreprises et d'infrastructures pour la fabrication, l'expérimentation, la diffusion mais aussi la maintenance des équipements.

▪ **Enjeux institutionnels**

Le déploiement de projets solaires en Afrique de l'Ouest permettra aux institutions des Etats de cette région de mieux appréhender le rôle de l'énergie solaire et donc de prendre des décisions pouvant influencer positivement le développement de cette source d'énergie.

En effet, selon ENDA-TM (Environnement et Développement du Tiers Monde), « *certaines agences de développement ont pu améliorer leur méthodologie d'introduction de nouvelles technologies dans le sens de leur pérennisation. Ainsi, à la faveur du PRS⁸ (Programme Régional Solaire), plusieurs pays du Sahel ont décidé de réduire de façon importante les taxes sur les composants et systèmes solaires PV d'importation, pour stimuler le marché. Simultanément, ces programmes et projets ont permis de déceler la faiblesse des institutions financières de la place concernant le financement du milieu rural* ». (ENDA, 1995)

▪ **Intérêt croissant dans le monde**

L'intérêt de la filière solaire dans le monde se traduit par le dynamisme des Institutions de recherche et développement dans le monde afin de faire évoluer à la fois les rendements des technologies ainsi que leur coût. Selon l'ex DGEMP (Direction générale de l'Energie et des

⁸ Le PRS, Programme Régional Solaire, est un programme lancé en 1986 par les Chefs d'Etats de 10 pays d'Afrique subsaharienne (Burkina Faso, Cap Vert, Gambie, Guinée Bissau, Mali, Mauritanie, Niger, Sénégal, Tchad) et financé par l'Union Européenne. Ce programme a pour objectif de réaliser des actions pour une meilleure utilisation des ressources en eau.

matières premières, Observatoire de l'énergie) en France, actuelle DGEC, Direction générale de l'énergie et du climat, une nouvelle génération de matériaux sera prête d'ici 2015.

Le tableau suivant, établi pas l'ex DGEMP montre les priorités de la recherche solaire photovoltaïque.

| Objectifs de la R&D | Travaux | Horizon |
|--|--|----------------|
| Baisse des coûts des systèmes | Amélioration des onduleurs Optimisation de la gestion du système complet en intégrant le photovoltaïque dans les systèmes énergétiques | Moins de 5ans |
| | Développement de produits adaptés à l'intégration au bâti (tuiles solaires) | Moins de 5 ans |
| Amélioration du rendement et baisse des coûts des cellules | Amélioration du silicium métallurgique architectures de cellules | 5 à 10 ans |
| | Développement industriel pour le CIS (technologie des couches minces à partir de semi-conducteurs cuivre /indium/sélénium) | 5 à 10 ans |
| Nouveaux concepts | Nouvelles architectures de cellules à très haut rendement Récupération de la chaleur Utilisation d'une plus grande partie du spectre solaire | Plus de 10 ans |
| Couplage au réseau/ stockage | Maximum de puissance de stockage dans le minimum de volume et de masse | Plus de 10 ans |
| Nouveaux matériaux | Filière organique / inorganique à très bas coût fiable dans le temps | Plus de 10 ans |

Tableau 11: Priorités de la recherche dans la filière photovoltaïque ; Rhône Alpes Région, 2010

En Afrique de l'Ouest, des centres et instituts de recherche et développement (pour les énergies renouvelables en général et pour la filière solaire en particulier) existent et se sont fixé des objectifs ambitieux mais les moyens (financiers, humains et technologiques) leur font grandement défaut.

Le tableau suivant synthétise quelques travaux de recherche et développement menés dans les centres de recherche et développement dans les trois Etats ciblés.

| pays | Centre de recherche | Travaux de recherche & Développement |
|---------------|--|---|
| Burkina Faso | 2IE/LESEE (Laboratoire énergie solaire et économie d'énergie) | -Etude des centrales solaires à concentration - Habitat, architecture bioclimatique et systèmes solaires photovoltaïques |
| Côte d'Ivoire | IREN (Institut de recherche pour les énergies nouvelles) | -Dimensionnement et caractérisation des panneaux solaires -Etude et réalisation de prototypes de séchoirs solaires pour produits agro-alimentaires en Côte d'Ivoire -Etude et installation des systèmes PV pour l'électrification rurale décentralisée |
| Sénégal | CERER (Centre d'études et de recherches sur les énergies renouvelables) | -Conception, Etude, Réalisation, Dimensionnement et Suivi d'installations solaires photovoltaïques -Etude et caractérisation des systèmes de stockage électrochimiques (batteries) -Modélisation, simulation et l'expérimentation sur les systèmes photovoltaïques -Stockage de l'énergie solaire sous forme de chaleur ou d'énergie mécanique |

Tableau 12: Travaux de recherche et développement dans la filière solaire en Afrique de l'Ouest ; Enquêtes de terrain Burkina ; Côte d'Ivoire ; Sénégal, 2010 -2011

- *Emergence de la première usine de production de panneaux en Afrique de l'Ouest*

L'intérêt pour la filière solaire en Afrique de l'Ouest se perçoit aussi à travers la récente érection de la première unité de production de modules solaires dans la région. En effet, la SPEC (*Sustainable power electric company*) entreprise établie à Dakar, Sénégal, a mis en place (juillet 2011), la première usine de fabrication de panneaux solaires. Le coût global des panneaux solaires, comprenant par ailleurs les taxes de dédouanement (car provenant de

l'extérieur) a toujours été considéré comme un des obstacles à la diffusion de cette technologie. En produisant des panneaux solaires sur place, ces coûts supplémentaires (taxes liées à l'importation) disparaissent

4.4.3.4-Etat des lieux de la filière solaire dans trois pays d'Afrique de l'Ouest

Ces trois (3) pays (Burkina Faso ; Côte d'Ivoire et Sénégal) ont fait l'objet d'enquêtes de terrain, dans le cadre de cette thèse sur la mise en place du Pôle intégré d'excellence pour l'énergie en Afrique de l'Ouest, initié par l'IEPF, Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie. Nous décrivons l'offre d'énergie solaire et les institutions partenaires à la mise en œuvre du projet PIE dans chacun de ces trois pays.

▪ BURKINA FASO



Figure 9: carte du Burkina Faso ; Affaires étrangères, 2004

L'offre d'énergie solaire est caractérisée par l'ensoleillement qui est en moyenne de 5,5 kWh/m /jour pendant 3000 à 3500h par an au Burkina Faso. La forme thermique directe utilisée pour le chauffage et le séchage n'a jamais été quantifiée. Par contre l'utilisation de l'énergie solaire sous sa forme électrique par conversion des rayonnements lumineux est mesurée par le nombre d'équipements installés dans le pays pour les différents usages (réfrigération, télé, communication, éclairage public). En 2002 la puissance totale installée était estimée à 1368 kWc. (UEMOA, 2008)

- 2IE, Institut International d'ingénierie de l'eau et de l'environnement

La Fondation 2iE, association internationale d'utilité publique et véritable partenariat Public-Privé, disposant d'un accord de siège au Burkina Faso est un établissement bilingue d'enseignement et de recherche dans les domaines de l'Eau, de l'Energie (y compris les énergies renouvelables), de l'Environnement et du Génie Civil. L'institut a pour vocation de former des ressources humaines compétentes, focalisées sur l'innovation et l'esprit d'entreprise et destinées à soutenir le développement du Continent africain dans ses diversités de genre, linguistiques et culturelles, dans une stratégie de complémentarité et de subsidiarité avec les institutions africaines d'enseignement supérieur de formation et de recherche. Il ambitionne de devenir une référence et un Centre d'Excellence sur le Continent, reconnu au niveau international en tant qu'Institut de formation et de recherche, dans les domaines de l'Eau, l'Environnement, le Génie Civil et l'Energie.

▪ CÔTE D'IVOIRE



Figure 10: Carte de la Côte d'Ivoire ; Affaires étrangères, 2004

Grâce à un flux solaire estimé à environ 5kwh/m /j, différentes expériences d'électrification solaire ont été faites en Côte d'Ivoire. Dès le début des années 1980, la Côte d'Ivoire a pris conscience de l'intérêt que présente l'énergie solaire. En effet, le premier projet solaire initié en 1981, qui est en réalité un projet pilote, s'inscrivait dans le cadre d'un programme d'électrification rurale expérimentale s'étendant de 1981 à 1986. Ces installations solaires totalisent plus de 90 KWc. Elles sont dédiées à plusieurs usages, à savoir: Le pompage d'eau, la communication et la signalisation, l'éclairage domestique, l'éclairage public, les points de convivialité. Un programme de solarisation mis en place à partir de février 1995 par le gouvernement ivoirien. Depuis juin 1995, des tests de solarisation ont été initiés par la Direction de l'Énergie dans la région de TOUBA et KORHOGO.

Le PNUD FEM de micro financement (confort minimum), dans l'exécution de son programme opérationnel de lutte contre les changements climatiques visant la promotion des «énergies alternatives au sein des groupes communautaires ruraux et périurbains», a permis de promouvoir les technologies économes en énergies ainsi que des sources d'énergie renouvelables dont l'énergie solaire. Le programme qui existe depuis 1999 a permis à travers un réseau d'ONG (Organisation Non Gouvernementale), d'OCB (Organisations Communautaires de Base) et de Mutuelles de développement, l'électrification au solaire photovoltaïque d'écoles, de logements de personnel soignant ou enseignant, de centres de santé dans les Zones d'Intervention Prioritaire (ZIP) du FEM (Nord, Centre, Sud-est, Sud-ouest). Globalement, la contribution de l'énergie solaire reste très marginale.

- *L'Institut de Formation à la Haute Expertise et de Recherche IFHER / BNETD*

Depuis sa création en 1978, le BNETD est le Bureau d'études et de conseil du Gouvernement de Côte d'Ivoire. L'Institut de Formation à la Haute Expertise et de Recherche (IFHER) est un département du Bureau National d'Etudes Techniques et Développement (BNETD) dédié à la formation, à la recherche et à l'innovation technologique.

Cet institut est un centre d'expertise technologique et de renforcement des capacités au service des pays africains. On y dispense en liaison avec les universités et grandes écoles, des enseignements professionnalisés débouchant sur des diplômes de troisième cycle, donnant directement accès à l'emploi.

L'institut est un espace d'échanges scientifiques entre chercheurs, industriels et financiers pour le partage d'expériences, l'enrichissement de leurs connaissances interdisciplinaires, l'accroissement de leurs savoirs sur des aspects théoriques et pratiques du développement technologique. L'institut dont les domaines d'intervention sont le génie civil, le transport, l'agriculture, l'énergie (dont les énergies renouvelables) et l'environnement, a pour missions : le renforcement des capacités par la formation professionnelle continue qualifiante et la formation spécialisée; la valorisation des résultats de la recherche et de l'innovation technologique.

▪ **SÉNÉGAL**



Figure 11 : Carte du Sénégal ; Affaires étrangères 2004

Le pays reçoit plus de 3.000 heures de soleil par an avec en moyenne 5,5 kWh par jour par m². La puissance totale installée en énergie solaire photovoltaïque (PV) est 2 MWc soit 0,47% de la puissance totale installée du Parc de production publique.

La région de Fatick est la région phare en matière d'électrification par voie solaire, suivie de celle de Koalack. Le secteur des ménages bénéficie de la plus grande puissance installée du fait que les programmes de coopération se sont focalisés pour la plupart sur ce secteur.

Quoique la part du PV installé au Sénégal par rapport au conventionnel soit insignifiante en terme de puissance installée, cette technologie reste utile du point de vue socio-économique et environnemental, mais aussi en terme de contribution à l'atteinte des Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD) et de ceux du Document Stratégique de Réduction de la Pauvreté (DSRP). C'est le résultat de l'étude portant sur l'évaluation de certains projets solaires PV réalisés au Sénégal par le bureau d'études SEMIS pour le compte de la Fondation Energie pour le Monde (FONDEM), une ONG Française très active dans le domaine des énergies renouvelables, a révélé les impacts qualitatifs et quantitatifs positifs au niveau des ménages, de la santé des populations, de l'éducation et de la formation, ainsi que dans le domaine de la création d'emplois.

C'est pourquoi en 2002, le gouvernement du Sénégal a mis en place un plan directeur d'électrification rurale par voie solaire, par le biais du Ministère en charge de l'énergie en collaboration avec la coopération japonaise (JICA). Selon ce plan, les ménages ciblés par les systèmes solaires photovoltaïques représentent entre 20 à 25% des populations des villages concernés, équivalent à 59 500 ménages à l'horizon 2015. (SIE-SENEGAL, 2007)

- *ENDA-TM, programme énergie, environnement et développement*

L'ONG internationale Environnement et développement du Tiers Monde (ENDA-TM) a été créée au Sénégal en 1972, comme programme conjoint du PNUE, de l'agence suédoise de développement international (SIDA) et de l'institut africain de développement économique et de planification (IDEP).

Ses activités concernent l'environnement et le développement, qu'il soit rural ou urbain. En plus de ses actions de terrain, s'ajoute un travail d'information, de recherche et de formation avec comme objectif principal, la lutte contre la pauvreté.

Enda-TM dispose de 21 entités décentralisées autonomes en Afrique, en Asie, en Amérique Latine et en Europe coordonnées entre elles par un secrétariat exécutif et participe aux activités de la CNUCED (ENDA, site officiel).

Le Programme Energie Environnement et Développement de ENDA basé à Dakar, Sénégal, est un carrefour où se rencontrent plusieurs acteurs : chercheurs, décideurs, animateurs de projets, agents de la société civile pour discuter de la question de l'énergie en relation avec l'environnement et le développement durable, dans une perspective de lutte contre la pauvreté.

Toutes les actions du programme s'articulent autour de plusieurs activités dont les changements climatiques; l'accès à l'énergie ; le mécanisme de développement propre ; les Bioénergies ; Energie & genre.

4.5- Obstacles à la diffusion de l'énergie solaire en Afrique de l'Ouest

Plusieurs freins, à différents niveaux empêchent un réel décollage des filières d'énergies renouvelables en Afrique de l'Ouest, malgré la disponibilité des ressources.

4.5.1- Obstacles Institutionnels

4.5.1.1- Les insuffisances des cadres réglementaires

Dans la plupart des Etats d'Afrique de l'Ouest, il n'existe pas encore de cadres législatifs spécifiques à l'énergie solaire. On applique donc à ce secteur le cadre global de l'énergie, qui en certains points est forcément inadapté. Globalement ces cadres réglementaires ne prennent pas encore en compte la possibilité pour des particuliers (privés) de vendre leur production énergétique aux compagnies d'exploitation.

4.5.1.2- Dysfonctionnement ou non fonctionnement de structures

Le Sommet solaire mondial de HARARE au ZIMBABWE (septembre 1996) avait recommandé la mise en place de programmes solaires nationaux avec un financement privé et public. En Côte d'Ivoire par exemple, un Conseil National Solaire (CNS – CI) a été mis en place en Septembre 2000, chargé de la mise en place du programme solaire mondial, de l'élaboration d'un programme national chargé de l'énergie solaire et le suivi des activités dudit secteur. Cette structure n'a jamais fonctionné.

Plus généralement, très peu d'Etats en Afrique de l'Ouest ont aujourd'hui mis en place de véritables stratégies de déploiement des énergies renouvelables.

4.5.1.3- Faible exploitation de mécanismes internationaux

Le MDP, Mécanisme pour un Développement Propre mis en place en 1997 lors du protocole de Kyoto, a pour particularité d'impliquer les pays en voie de développement. C'est un mécanisme de marché axé sur l'exécution de projets qui visent la diminution des GES (Gaz à Effet de Serre) et donc qui incluent des projets de déploiement d'énergies renouvelables.

Selon De Gouvello, les pays de l'Afrique subsaharienne peuvent maintenant bénéficier d'un éventail de plus en plus large d'instruments financiers - allant du Mécanisme pour un Développement Propre (MDP) et de ces corollaires financiers, les financements carbone, aux Fonds d'Investissement Climat récemment créés - avec lesquels ils peuvent développer des systèmes énergétiques propres et efficaces. Ces instruments peuvent aider à mobiliser les fonds supplémentaires nécessaires pour investir dans les infrastructures énergétiques futures ou existantes qui sont requises pour accroître les services énergétiques, notamment par l'introduction de technologies de production techniquement et économiquement plus efficaces et par la conversion de consommateurs nets d'énergie en producteurs nets d'énergie. Par une bonne utilisation de ces instruments, les efforts à l'échelle mondiale pour lutter contre le changement climatique peuvent apporter aux pays de cette région des solutions énergétiques locales compatibles avec un développement socio-économique durable. Alors que les opportunités pour de telles solutions durables sont en théorie considérables, l'Afrique subsaharienne n'en a pour l'instant pas ou peu profité. Dans le cadre du MDP par exemple, la part actuelle de la région dans les projets validés ou en cours de validation est de seulement 1,4%, avec à peine 53 projets sur un total de 3 902. (DE GOUVELLO et AL, 2008)

La Chine et l'Inde accueillent aujourd'hui les deux tiers de tous les projets enregistrés et devraient émettre les trois quarts de toutes les unités de réduction certifiées des émissions (URCE) d'ici au 30 avril 2013. (SHISHLOV et AL, 2012)

Les émissions de GES absolues qui fixent la ligne de référence qui valorise les pays à forte intensité en carbone, c'est-à-dire la Chine plus que l'Afrique de l'Ouest. Mais d'autres explications complémentaires ont été avancées : la capacité institutionnelle, le climat d'investissement général et le niveau de coopération internationale (SHISHLOV et AL, 2012).

De plus le processus administratif et le mode d'instruction des dossiers induits des coûts de transaction élevés, estimés entre 50 000 et 250 000 euros par projet (GUIGON et AL, 2009).

Ces coûts s'amortissent plus facilement sur des grands projets que sur des petits. Pour des petits projets (5ktCO₂e/an) la certification coûte entre environ 1\$/URE (de 0,35 à 1,16) mais en prenant en compte le développement du référentiel et le management entre 1,93 et 3,1 alors que pour les grands projets les coûts sont bien moindre : de 0,23 à 0,68 et en incluant le management de 0,36 à 1 (GUIGON et AL, 2009).

Le programme d'activité du MDP répond à ce problème en introduisant, en 2009, un cadre de travail permettant de mettre en œuvre un nombre illimité d'activités uniques de faible taille dans le cadre d'un seul programme d'activités enregistré. Cette modalité permet d'utiliser des méthodologies à petite échelle non disponibles dans le MDP classique. (SHISHLOV et AL, 2012)

Il se pose aussi le problème dit de l'*additionnalité*, c'est-à-dire la preuve que le projet apporte un plus en réduction des émissions par rapport à une situation qui aurait eu lieu sans le financement MDP. Actuellement, la liste des projets automatiquement jugés additionnels inclut l'énergie renouvelable (solaire, éolienne et marine) raccordée à un réseau à petite échelle (<15 MW de capacité installée), depuis 2012, les AND (Autorités nationales désignées) des pays hôtes peuvent aussi soumettre des listes positives de microprojets d'énergie renouvelable sur leur territoire de compétence. (SHISHLOV et AL, 2012)

4.5.2- Obstacles Financiers

4.5.2.1- Le coût du watt crête solaire

Aujourd'hui, la situation économique de la plupart des pays de l'Afrique de l'Ouest n'est pas favorable à une politique énergétique ambitieuse dirigée vers le monde rural. Les fonds de recherche développement restent insuffisants en dépit des efforts consentis par les pays.

Même s'il est vrai que l'exploitation de la plupart des systèmes solaires ne nécessite pas de frais importants en dehors des quelques charges d'entretien, il n'en demeure pas moins vrai que son investissement initial reste encore élevé par rapport aux solutions traditionnelles.

Le coût du watt crête solaire reste encore environ plus élevé que celui des énergies conventionnelles notamment de l'électricité conventionnelle.

4.5.2.2- Le coût des équipements solaires

Les équipements solaires utilisés, notamment les modules solaires PV ne bénéficient pas, dans la plupart des pays d'une économie d'échelle. A cause de l'importance de l'investissement qu'il faudrait, Il est difficile de fabriquer la cellule de base photovoltaïque dans les pays en développement. (Une seule usine a été mise en place au Sénégal par la SPEC). Cependant, certains éléments de la chaîne énergétique peuvent être fabriqués localement tels que par exemple les câbles, régulateurs, batteries. Aujourd'hui, la plupart des matériels solaires sont importés d'Europe et de Chine.

4.5.2.3- Absence de mécanismes incitatifs

L'exploitation de l'énergie solaire thermique, de production de chaleur nécessite des investissements importants, impliquant le coût global de l'outil technologique. Quand il est rentabilisé (exemples des séchoirs ou de serres solaires à vocation commerciale), les temps de retour varient de 2 à 4 ans. Cependant, pour des habitations, des outils solaires à usage domestique, il faut compter un amortissement sur une durée plus longue (5 à 10 ans) sur l'économie réalisée par rapport aux énergies fossiles. (N'GORAN, 2006)

L'accès au crédit est encore une des préoccupations de l'environnement socio-économique dans les Etats d'Afrique de l'Ouest. Il est encore très difficile voire impossible aux populations des couches sociales défavorisées d'y avoir accès.

4.5.3- Obstacles Technologiques

4.5.3.1- Absence de bases de données

L'absence de données statistiques dans les Etats d'Afrique de l'Ouest reste le premier vrai frein au développement de ces technologies nouvelles. Des structures de très haut niveau telles que la CEDEAO et l'UEMOA elles-mêmes, reconnaissent que les données concernant l'énergie éolienne et la biomasse par exemple restent encore imprécises.

4.5.3.2- Faible rendement des panneaux solaires

La puissance fournie par les panneaux solaire reste modeste et, malgré les progrès technologiques réalisés, les taux de rendement restent faibles (de 8% à 20% selon les technologies). Cette technologie est donc adaptée à des usages collectifs, comme le pompage

hydraulique, ou encore à des usages domestiques de confort ne nécessitant pas des puissances importantes (éclairage, recharge de téléphones portables, alimentation de téléviseurs, radios...) Mais le coût devient alors prohibitif pour une énergie qui reste de toute façon chère, et c'est là son principal handicap. (HEURAUX, 2010)

4.5.3.3- Le faible niveau de formation des ressources humaines

La majorité des techniciens qui travaillent dans le domaine du solaire n'ont pas la formation requise. En effet, l'énergie solaire est une spécialité qui nécessite une formation spécifique. Par la faute donc de personnes non qualifiées, les premières installations ont été mal faites et cela a beaucoup discrédité cette nouvelle technologie. (TIENE, 2004)

Par ailleurs, la méconnaissance des besoins réels des personnes concernées causent souvent des erreurs de dimensionnement. Ainsi, l'ignorance ou la non prise en compte des spécificités des équipements solaires mais aussi quelquefois la trop grande confiance technique de certains techniciens installateurs des systèmes traditionnels classiques concernant les systèmes solaires se traduisent souvent par de mauvaises réalisations.

4.5.3.4- L'absence de normes de qualité

Il n'existe pas en ce moment de structures de vérification ou de certification de normes de qualité pour les installations solaires dans la région et les expériences individuelles montrent que l'incompétence de certains installateurs peut durablement dégrader l'image de la technologie solaire, bien que les systèmes soient très fiables surtout pour des produits standardisés (panneaux solaires).

4.5.3.5- Absence d'un service après-vente efficient

En l'absence de service après-vente, les installations réalisées sont rapidement hors service et quelquefois pour des pannes anodines. Cela constitue de très mauvaises références pour les utilisateurs, au lieu d'inciter d'autres personnes à adopter ces systèmes nouveaux. Les clients potentiels s'en méfient finalement. Il n'y a pas de véritable service après l'installation des équipements solaires dans les villages souvent reculés.

Le tableau suivant définit les principales causes de maintenance pour des systèmes photovoltaïques familiaux et qui peuvent être à l'origine de diverses pannes.

| Composant | Contrôle / entretien |
|----------------------|--|
| Panneau | <ul style="list-style-type: none"> - salissure des modules - vérification des caractéristiques (courant, tension) |
| Câblage | <ul style="list-style-type: none"> - l'état de l'étanchéité de la boîte de connexion - état de serrage des vis. |
| Batterie | <ul style="list-style-type: none"> état de charge de la batterie - mesure de tension - niveau de l'électrolyte et densité - fuite d'électrolyte - état des cosses - corrosion des bornes et connexions - caractéristiques (courant, tension) - contrôle des fissures au niveau des cuves |
| Régulateur de charge | <ul style="list-style-type: none"> - état de fonctionnement - mesure des caractéristiques (courant, tension, - seuil de régulation |

Tableau 13 : Typologie des systèmes de maintenance pour les systèmes photovoltaïques familiaux (AMADOU SOW, 1998)

4.5.4- Obstacles Socioculturels

Des expériences de tentative de vulgarisation de fours solaires ont montré des réticences dues essentiellement à l'inadaptation des habitudes culinaires au Sénégal. En effet, la cuisson de la plupart des mets dans ce pays nécessite l'ajout et l'extraction d'aliments durant tout le processus. La diffusion de technologies nouvelles nécessite en amont des études d'impact social et une association des consommateurs au développement de l'innovation afin de garantir la pénétration des produits et une appropriation des technologies par les utilisateurs.

V-Conclusion

La pauvreté est un véritable fléau en Afrique et particulièrement en Afrique de l'Ouest (ICTSD, 2010). L'accès aux sources d'énergies modernes (électricité notamment) y est un des plus faibles au monde (5 % dans certains pays). C'est un problème majeur qui freine considérablement son développement. (HEURAUX, 2010)

Par ailleurs, les effets néfastes du réchauffement climatique y sont perceptibles et touchent plusieurs secteurs dont les écosystèmes, le tourisme et rend encore problématique l'accès à la biomasse. (GIEC, 2007)

Le GIEC, dans son dernier rapport spécial relatif aux énergies renouvelables a noté un réel engouement et conclut qu'elles pourraient satisfaire 80 % de la consommation mondiale d'énergie dès 2050, soit une réduction d'1/4 des émissions de gaz à effet de serre responsables du réchauffement climatique (GIEC, 2011). Même si, selon le PNUE, la part des économies émergentes et en voie de développement augmente en termes de politiques, d'investissements, d'approvisionnement et d'utilisation, les énergies renouvelables disponibles (soleil, vents, hydrologie) restent encore très faiblement exploitées, pendant que la biomasse est surexploitée. (PNUE, 2011)

Cependant, il faut noter que d'autres études issues de l'Agence Internationale de l'Energie sont moins optimistes et considèrent une prédominance à long terme des énergies fossiles, en s'appuyant sur les tendances lourdes.

L'Avenir de nous voulons le texte programmatique issu de la conférence Rio 2012 donne des orientations (§127) : « *Nous réaffirmons que nous appuyons la mise en œuvre de politiques et de stratégies nationales et sous-nationales, en fonction de la situation et des aspirations au développement propres à chaque pays, qui reposent sur le recours à un bouquet énergétique adapté aux besoins de développement de chacun, y compris l'utilisation accrue de sources d'énergie renouvelables et d'autres technologies à faible émission de carbone, l'utilisation plus rationnelle de l'énergie, le recours accru aux technologies énergétiques avancées, y compris les technologies propres d'utilisation des combustibles fossiles, et l'utilisation durable des sources d'énergie traditionnelles. Nous nous engageons à promouvoir des*

services énergétiques modernes et durables pour tous en prenant des mesures nationales et sous nationales, notamment l'électrification et la diffusion de solutions durables pour la cuisine et le chauffage, y compris, selon qu'il conviendra, en prenant des initiatives conjointes en vue de mettre en commun les meilleures pratiques et d'adopter des politiques. Nous prions instamment les États de créer les conditions voulues pour que les secteurs public et privé investissent dans les technologies énergétiques nécessaires, qui soient moins polluantes et efficaces. »

L'enjeu pour les ENR c'est d'une part de convaincre pour mobiliser les acteurs et décideurs, de s'adapter au contexte réel de leur mise en œuvre, de la performance technique et de l'abaissement des coûts.

Il existe encore, en plus des difficultés d'accès aux sources d'énergie et malgré l'évolution de la prise de conscience par différents acteurs (politique, entreprises, société civile) du lien entre énergie et développement, des obstacles (politiques, financiers, technologiques et sociologiques) à la diffusion des énergies renouvelables notamment de l'énergie solaire en Afrique de l'Ouest. Les formations et apprentissages développés dans le domaine des énergies renouvelables en Afrique de l'Ouest produisent des connaissances trop peu ou non diffusées à l'ensemble des acteurs impliqués dans les différentes filières ; d'où la nécessité d'approfondir la réflexion sur les mécanismes de transferts de technologies et les innovations, l'identification des acteurs et les rationalités qui guident leurs opérations.

PARTIE II

ELEMENTS DE BIBLIOGRAPHIE ET BASES THEORIQUES

La première partie a exposé le contexte de notre étude : L'Afrique de l'Ouest est une vaste région géographique qui subit les effets combinés d'une crise énergétique structurelle et du réchauffement climatique. Les ressources d'énergies renouvelables disponibles restent encore faiblement exploitées (solaire, éolien, hydroélectricité) ou alors exploitées de façon non durables (biomasse) de sorte qu'elles contribuent in fine, très peu à l'atténuation des conséquences combinées de la situation énergétique précaire et des changements climatiques.

Plusieurs catégories d'acteurs sont actives dans différentes filières d'énergies renouvelables. Ces acteurs, suivant une rationalité principale à laquelle ils se réfèrent et surtout en fonction de leurs moyens, déploient leurs actions. La mise en place d'un pôle intégré, compris et conçu comme un réseau d'innovation, est une démarche de co-construction d'une nouvelle organisation avec l'ensemble des acteurs.

L'exposé des bases théoriques, objet de ce deuxième chapitre de notre thèse nous amène à détailler le processus de mise en place d'une plateforme innovante composite regroupant des acteurs mobilisés pour l'atteinte des objectifs suivants : la diffusion de connaissances et le renforcement de capacités spécifiques.

En partant des définitions et des typologies du concept d'innovation, nous aboutissons à l'exploration de divers systèmes d'innovations, en nous appuyant sur les travaux de l'OCDE (les systèmes nationaux d'innovation), James Moore (les écosystèmes d'affaires) et Kulhmann et Arnod (schéma de l'innovation).

Les systèmes d'innovations mettent tous en scène diverses catégories d'acteurs en interaction (pouvoir politique ; recherche et formation ; entreprises ; organisations de la société civile ; consommateurs) et la théorie de l'acteur-réseau (ANT) développée par Akrich, Callon et Latour, décrit les processus par lequel ces acteurs construisent des réseaux et interagissent à travers un processus de «traduction» qui se décline en quatre étapes : la problématisation, l'intéressement, l'enrôlement et la mobilisation.

Cette « traduction » facilite la circulation entre les différentes communautés (de pratique ; épistémiques et académiques notamment) de diverses connaissances. Par le processus de transformation du « Bâ », les connaissances tacites sont converties en connaissances explicites et diffusées par des systèmes d'informations.

La théorie de l'acteur stratégique développée par Crozier et Friedberg cherche en priorité à comprendre comment se construisent les actions collectives à partir de comportements et d'intérêts individuels parfois contradictoires. C'est un modèle d'analyse organisationnelle qui s'articule autour de la compréhension des relations entre acteurs interdépendants.

Le concept de stratégie renvoie à différentes dimensions la volonté pour les acteurs d'agir afin d'améliorer leurs capacités d'action. Le terme de capacité a des dimensions individuelles (compétences) mais aussi collectives : managériales avec le fonctionnement des organisations (administrations et acteurs privés) et de gouvernance avec les relations entre ces différentes organisations et acteurs.

En s'appuyant sur ces différents concepts et théories, on définit les fondements du PIE, pôle intégré d'excellence comme une innovation organisationnelle qui permet de mutualiser des connaissances produites par diverses catégories d'acteurs et de développer leurs capacités.

I- TRANSFERT DE TECHNOLOGIES ET INNOVATIONS

1.1- Transfert de technologies

La technologie est une composante essentielle du développement. Le transfert de technologies est à l'agenda international depuis de nombreuses années. Plus récemment *l'Avenir de nous voulons* (Rio 2012) fait référence 18 fois au transfert de technologie. Le manque de capacités scientifiques et technologiques des pays en développement a été considéré comme une illustration d'un ordre mondial inéquitable (SAGASTI, 1979). Mais cette question n'est pas uniquement quantitative et elle est qualitative, elle tient à la capacité des pays à s'approprier ces technologies et surtout à développer leurs propres technologies.

Du côté de la production de la technologie, le monde en développement est caractérisé par une base scientifique et technologique exogène dépendant du transfert des technologies du nord, tandis que les pays industrialisés ont une base scientifique et technologique endogène, caractérisée par de fortes interactions entre les activités scientifiques, les capacités technologiques liés à la production moderne, et les capacités technologiques traditionnelles (SAGASTI, 1979). La question n'est pas le simple transfert de technologies, indépendamment de leur qualité, mais un processus plus complexe qui ne peut résulter uniquement des forces du marché, mais dépend d'interventions des États et d'autres parties prenantes.

Le transfert réel, c'est-à-dire l'appropriation de la technologie par le marché ou par la société, peut être envisagé de façon plus pertinente et féconde dans le champ conceptuel de l'innovation que celui de la technologie. (BRODHAG, 2013)

1.2- Innovations

La notion d'innovation a émergé au XIXe siècle comme catalyseur des entreprises des sociétés modernes, et continue de faire depuis, l'objet de spéculations de la part de nombreuses communautés de recherche et de pratiques (Sociologues, économistes, politiques, décideurs...)

Innover désigne littéralement introduire quelque chose de nouveau dans un domaine particulier, c'est-à-dire créer du nouveau. Il faut pourtant distinguer l'innovation de l'invention ou de la découverte.

Schumpeter (SCHUMPETER, 1939) distingue trois étapes dans le processus de changement technologique :

1. le processus d'invention avec la génération de nouvelles idées ou connaissances scientifiques,
2. le processus d'innovation avec la transformation des nouvelles idées en produits commercialisables et des processus
3. l'étape de diffusion dans laquelle les nouveaux produits et procédés diffusent dans le marché).

L'OCDE⁹ (Organisation de coopération et de développement économiques), reprend cette distinction « une innovation se distingue d'une invention ou d'une découverte dans la mesure où elle s'inscrit dans une perspective applicative. »

1.2.1- Types d'innovations

Schumpeter a proposé une liste de cinq types d'innovations : i) Introduction de nouveaux produits, ii) introduction de nouvelles méthodes de production, iii) ouverture de nouveaux marchés, iv) développement de nouvelles sources d'approvisionnement en matières premières ou autres intrants ; v) Création de nouvelles structures de marché dans un secteur.

(SCHUMPETER , 1934).

⁹ L'Organisation de coopération et de développement économiques est une organisation internationale d'études économiques, dont les pays membres, développés pour la plupart, ont en commun un système de gouvernement démocratique et une économie de marché. L'OCDE a un rôle d'assemblée consultative.

Le Manuel d'Oslo définit une innovation comme «*la mise en œuvre d'un produit nouveau ou significativement amélioré (bien ou service) ou d'un processus, une nouvelle méthode de commercialisation ou d'une nouvelle méthode organisationnelle dans les pratiques, l'organisation du lieu de travail ou les relations extérieures.*» (OCDE, EUROSTAT, 2005)

Cette définition élargit la deuxième édition du Manuel d'Oslo qui distinguait seulement les innovations de technologie et de procédé.

Une innovation de produit correspond à l'introduction d'un bien ou d'un service nouveau ou sensiblement amélioré par rapport à ses caractéristiques ou les utilisations prévues. (..)

Une innovation de procédé est la mise en œuvre d'une méthode nouvelle ou sensiblement améliorée de production ou de mode de mise à disposition.

Une innovation de commercialisation est la mise en œuvre d'une nouvelle méthode de commercialisation impliquant des changements significatifs de la conception ou du conditionnement, du placement de produit, de la promotion de produits ou de prix (...).

Une innovation d'organisation (organisationnelle) est la mise en œuvre d'une nouvelle méthode organisationnelle dans les pratiques de l'entreprise, lieu de travail ou les relations extérieures organisationnelles (OCDE, EUROSTAT, 2005). La gestion des connaissances, les compétences ainsi que la notion de réseau jouent un rôle clé dans l'innovation organisationnelle. Il s'agit d'organiser les relations entre différents acteurs (VALENDUC et VENDRAMIN, 2006)

En se concentrant sur l'aspect de la conception Henderson R et Clark K. distinguent quatre types d'innovation, suivant l'impact sur le comportement des utilisateurs, le concept utilisé et les rapports entre les composants du produit ou du service. (HENDERSON et CLARK, 1990)

1.2.1.1- Les innovations radicales

Encore appelées innovations de rupture, il s'agit des bouleversements technologiques qui obligent à changer radicalement les comportements pour l'utilisation d'un service ou d'un produit.

1.2.1.2- Les innovations incrémentales

Elles ne changent pas radicalement une industrie et ne demandent pas une modification importante du comportement des utilisateurs. Il s'agit en général d'améliorations mineures graduelles de techniques de production ou d'un produit existant.

1.2.1.3- Les innovations architecturales

Il s'agit d'une modification de l'architecture (conception) générale d'un produit, considéré comme un ensemble de composants liés entre eux.

1.2.1.4- Les innovations modulaires

Contrairement aux innovations architecturales, les innovations modulaires ne changent pas l'architecture générale d'un système ou d'un produit mais un ou plusieurs de ses composants.

| | | CONCEPT PRINCIPAL | |
|--|----------|-------------------|-----------|
| | | Renforcé | Modifié |
| LIEN ENTRE LES CONCEPTS ET LES COMPOSANTS | Inchangé | INCREMENTALE | MODULAIRE |
| | Changé | ARCHITECTURALE | RADICALE |

Figure 12 : Typologie des différentes innovations (HENDERSON et CLARK, 1990)

1.2.2- Moteurs de l'innovation

Deux forces principales ont été prises en compte dans l'innovation et le changement technique : la poussée technologique (*technology-push*) mettant en évidence le rôle clé que jouent la

science et la technologie dans le développement d'innovations technologiques et une approche tirée par la demande (*demand-pull*). Durant les années soixante et soixante-dix, les politiques publiques ont adopté le modèle poussée technologique qui légitimait l'investissement public dans la recherche et développement. En parallèle, les «chercheurs embrassant une approche tirée par la demande ont relevé un ensemble plus large de caractéristiques du marché, y compris les caractéristiques du marché final (en particulier, les utilisateurs) et de l'économie dans son ensemble, qui affectent la performance de l'innovation. La juxtaposition de ces deux approches de l'innovation a favorisé un débat fructueux qui a atteint son apogée dans les années soixante-dix. " (DI STEFANO, GAMBARDELLA, et VERONE, 2012).

1.2.3- L'évolution du débat push / pull

Ces deux modèles (push et pull) de base sont devenus plus complexes à la fois du fait des acteurs eux-mêmes et de la variété des arrangements et des initiatives qu'ils ont mise en œuvre et des institutions qui ont mis l'innovation au service d'objectifs publics.

La réglementation environnementale, par exemple, est considérée aussi comme un moteur de l'innovation (PORTER, 1991) (PORTER, et al, 1995). Dans le contexte des questions de développement durable, un mécanisme de poussée par la réglementation a été mis en évidence (HANSEN, GROSSE-DUNKER, et REICHWALD, 2009).

Les types d'acteurs impliqués dans l'innovation se sont diversifiés au-delà de la trilogie Schumpeter (capitaliste, inventeur, entrepreneur) et des acteurs publics. Un paradigme de l'innovation ouverte est opposé aux précédents modèles d'innovation fermée : *«L'innovation ouverte signifie que les idées précieuses peuvent provenir de l'intérieur ou de l'extérieur de l'entreprise et peuvent parvenir au marché depuis l'intérieur ou l'extérieur de l'entreprise. Cette approche place les idées extérieures et les voies externes d'accès au marché au même niveau d'importance que celui réservé aux idées internes et aux voies d'accès au marché au cours de l'ère de l'innovation fermée.»* (CHESBROUGH, 2003).

L'habilitation du consommateur, une certaine délégation de pouvoir au consommateur, sont apparus dans les années 90, s'étendent désormais à une philosophie du marketing co-création (CURBATOV et MARIE, 2011). Cette habilitation du consommateur peut être définie comme : *«Un état d'esprit généralement accompagnée par un acte physique qui permet à un consommateur ou d'un groupe de consommateurs à mettre en œuvre leurs propres choix en*

démontrant leurs besoins, les désirs et les exigences dans leur prise de décision avec d'autres personnes ou d'organisations sur le marché.» (WRIGHT et AL, 2006).

Le même mouvement peut être observé dans les politiques publiques d'innovation, de facilitation, qui jouent sur le contexte dans lequel évoluent les différents acteurs du processus d'innovation, tout en développant leurs capacités à travers des activités de capacitation.

| | Approche classique | Nouvelle économie et durabilité |
|--------------------|-----------------------------|--|
| Innovation tirée | -Tirée par le marché | -Tirée par la société et la vision (Vollenbroek, 2002) -Innovation ouverte (Chesbrough, 2003) -Tirée par le développement durable (Hansen, Grosse-Dunker, & Reichwald, 2009) -Tirée par la collaboration (Weaver, 2008) |
| Innovation poussée | -Poussée par la technologie | -Poussée par la réglementation environnementale (Porter, 1991 ; Porter et Al., 1995) -Poussée par la réglementation pour le développement durable (Ashford et Al., 2011) |

Tableau 14 : Renouveau du débat sur l'innovation poussée ou tirée ; BRODHAG, 2013

Dans la conception de l'innovation tirée par la vision, le fait que les acteurs partagent la même vision du futur les conduit à coopérer sur le changement. Différentes approches viennent en soutien de cette approche, comme l'analyse rétrospective qui définit un futur désirable comme arrière-plan pour se forger l'opinion du public intéressé et les décisions des responsables politiques (DREBORG, 1996) et aider à identifier les politiques et les programmes pour y accéder.

La vision de l'innovation poussée par la technologie est étroitement liée au modèle de diffusion de l'innovation.

1.2.4-Diffusion des innovations

Le texte classique dans ce domaine de la diffusion des innovations est celui d'Everett Rogers (ROGERS, 1962). Il a proposé une classification des adoptants d'innovation en cinq catégories : «innovateurs», «adopteurs précoces», «majorité précoce», «majorité tardive» et «retardataires». Rogers définit aussi cinq caractéristiques intrinsèques des innovations qui influencent la décision d'un individu d'adopter ou de rejeter une innovation : l'avantage relatif par rapport à la génération précédente, le niveau de compatibilité avec le mode de vie d'un individu, la perception de la complexité ou la simplicité d'utilisation, la capacité de tester une innovation, et l'observabilité des autres dans des réseaux personnels.

Rogers a étudié l'adoption des semences hybrides par les agriculteurs qui ne nécessitent pour eux ni une connaissance scientifique ni une modification substantielle des règles d'utilisation des semences. Il en est de même pour les technologies «intelligentes» comme le téléphone cellulaire. L'appropriation en situation d'utilisation permet des innovations, mais ne nécessite pas de connaissance du processus de fabrication et la science dure qui se dissimule derrière. Plus l'utilisation est simple et intuitive, plus la connaissance nécessaire pour la conception apparaît comme complexe.

Pour l'innovation en rupture, à fort contenu technologique, nous devons considérer la variation de ce modèle proposée par Geoffrey Moore qui décrit un *gouffre* (chasm) entre les adopteurs précoces et la majorité précoce (MOORE, 1991). De nombreuses innovations technologiques de rupture ne réussissent pas à franchir le gouffre et disparaissent tout simplement. Ce gouffre est une transition entre deux mondes caractérisés par leur rapport différent à la technologie (NORMAN, 1998). La discontinuité du processus d'innovation est liée à la différence dans les attentes de types de consommateurs qui achètent le nouveau produit ou utilisent la nouvelle technologie. Ce gouffre est la transition entre les consommateurs sensibles, les amateurs d'innovation et de technologie, et d'autres plus rationnels, attendant la preuve sur la performance et que la technologie standard soit choisie.

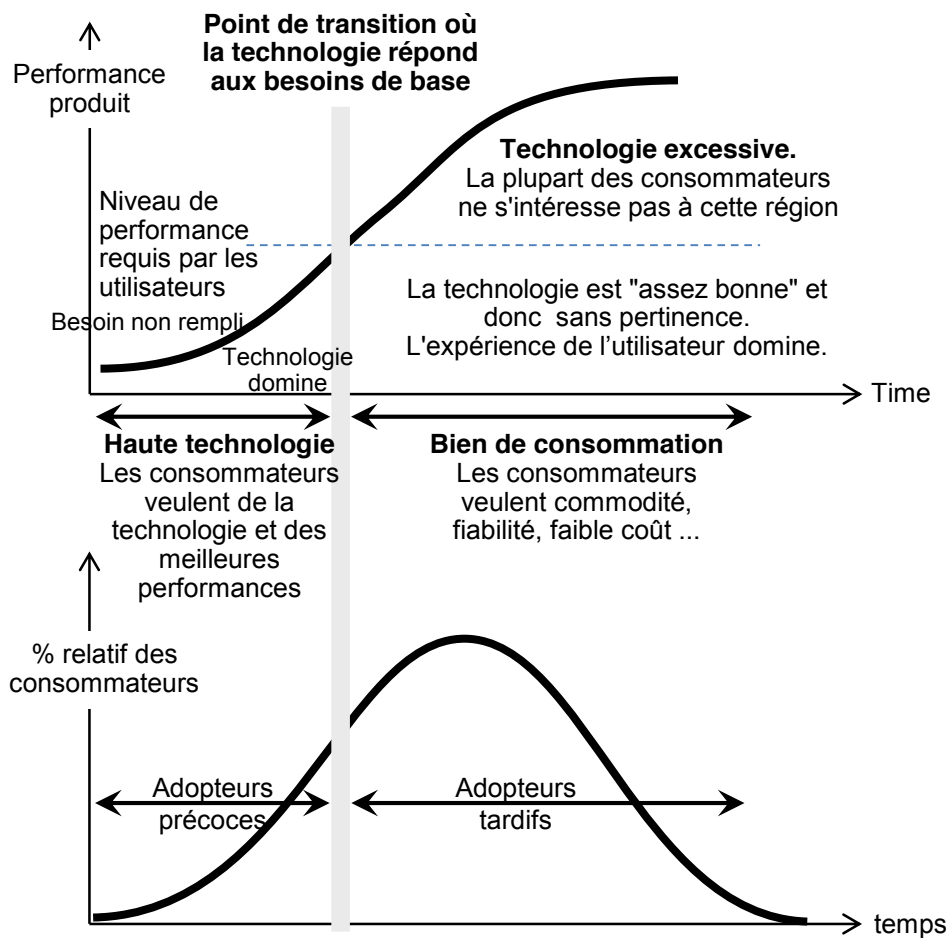


Figure 13 : les consommateurs de haute et basse technologies (NORMAN, 1998)

Cette analyse montre qu'il y a une limite à la complexité technologique. Une solution consiste à augmenter le désir de la technologie et de l'innovation de la population, question sur laquelle le système d'éducation peut jouer un rôle. Une autre est d'impliquer les utilisateurs en aval dans la conception de produits, en particulier ceux de moins engagés dans l'innovation.

Le modèle de diffusion répond à deux questions principales : Quelles qualités permettent la propagation des innovations et quelles caractéristiques des adoptants expliquent le rythme de cette adoption?

II-SYSTEMES D'INNOVATIONS

Les trois étapes proposées par Schumpeter (SCHUMPETER, 1939) invention, innovation diffusion sont dominées par des acteurs différents. La première étape, l'étape d'invention, est dominée par des activités scientifiques, incluant les universités. Le stade de l'innovation

s'appuie sur trois rôles distincts : le capitaliste, qui investit, l'inventeur, qui génère l'idée et l'entrepreneur, qui adapte l'idée au marché. Cette trilogie de parties prenantes proposée par Schumpeter dans le cadre d'une analyse du capitalisme se retrouve aussi dans le contexte de politiques publiques de la recherche et de l'innovation avec le financeur public de la recherche, les universités et l'entrepreneur.

Le lien entre le processus d'innovation et l'intervention d'acteurs variés a été considérée sous l'angle des relations qui s'établissent entre les acteurs. Concevoir un réseau d'acteurs, la nature de leurs relations (coopératives/compétitives), le lien avec les institutions... a conduit à introduire le concept de systèmes d'innovation.

Depuis Schumpeter, différentes théories et approches ont été développées pour identifier les acteurs de l'innovation, basées sur différentes postures et différents milieux scientifiques (économie, gestion, sociologie, ingénierie...), en lien avec les différents types d'innovation. Elles ont développé sous différents angles des systèmes d'innovations.

La littérature sur les systèmes d'innovation est aussi diverse que les situations elles-mêmes. Thomas Parke Hughes décrit dans le *réseau du pouvoir* en 1983 comme «les multiples réseaux impliqués dans le développement des réseaux d'électricité : réseaux scientifiques des connaissances techniques, des réseaux institutionnels (entreprises, pouvoir politique, banques, etc.), des réseaux de clients et réseaux de pouvoir et l'influence qui sont formés (HUGHES, 1983). La notion de système de réseau a ici un fondement technique.

Mais cette approche système ne s'est pas limitée pas aux réseaux électriques. A la fin des années 1980 et durant les années 1990, les théories technologiques des réseaux d'innovation ont été mis au point par des chercheurs de diverses disciplines, la sociologie, la gestion... sous le label «systèmes d'innovation», en supposant que les entreprises innovatrices sont liées à un ensemble très diversifié d'agents par le biais des réseaux de collaboration et d'échange d'informations.

Ces sources d'information sont externes à l'entreprise et comprennent les clients, les fournisseurs, les consultants, les agences gouvernementales, les laboratoires gouvernementaux, la recherche universitaire, etc... (LANDRY, AMARA, et LAMARI, 2000). L'approche systémique va au-delà de la simple prise en compte d'une variété d'acteurs, mais

s'attache comprendre leurs interactions dans une logique globale, holistique et systémique (MERCIER-LAURENT, 2011).

Les systèmes d'innovation ont été proposés à différents niveaux national, régional (EDQUIST, 2011) ou local, mais aussi les systèmes d'innovation technologiques et les systèmes sectoriels d'innovation.

Un système d'innovation peut être défini comme les « déterminants des processus d'innovation - tous les facteurs économiques, sociaux, politiques, organisationnels, institutionnels et autres qui influencent le développement, la diffusion et l'utilisation des innovations » (EDQUIST, 2011)

2.1- Systèmes d'innovations (OCDE)

L'OCDE propose une distinction pour tenter de définir les systèmes d'innovations : celle des niveaux d'approche micro, méso et macro d'une part, et des niveaux d'intégration d'autre part : par le seul marché, par des réseaux ou par une intégration plus étroite dans un système.

Quand il s'agit de changements écologiques, la transition vers une économie sobre en carbone par exemple, il s'agit d'un changement macro systémique. Cette vision intégrée macro et système est aussi appelée par certains auteurs écosystème.

La figure suivante définit les différentes interactions au sein des systèmes d'innovations selon l'OCDE.

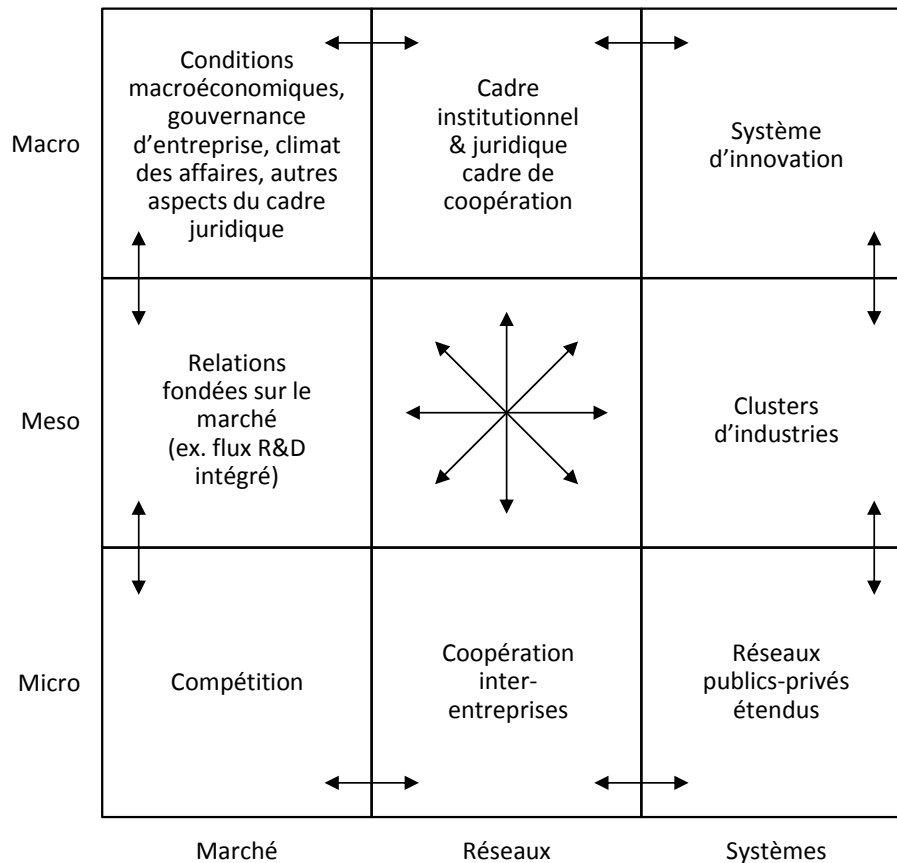


Figure 14 : Les interactions dans les systèmes d'innovation (OECD, 2007)

La domination de l'approche de l'innovation poussée par la technologie et le lien entre la recherche et l'innovation a conduit les pays à envisager leurs politiques de recherche en matière de R & D en vue de la valorisation économique, voire de façon plus exceptionnelle sociale, des fruits de la recherche et donc d'élaborer des politiques nationales de l'innovation.

2.2- *Système national d'innovation*

L'expression «système national d'innovation» a été utilisée pour la première fois, dans une publication, par Freeman dans une étude sur le Japon (EDQUIST, 2011), qui la définit comme « réseau d'institutions dans le secteur public et privé dont les activités et les indications initient, importent et diffusent de nouvelles technologies » (FREEMAN, 1987).

Compte tenu de l'environnement institutionnel général qui détermine les paramètres généraux dans lesquels les entreprises opèrent (OCDE, EUROSTAT, 2005), les politiques publiques peuvent influencer directement sur plupart d'entre eux :

- Le système éducatif de base pour la population générale, qui détermine les normes minimales d'éducation dans la population active et le marché de la consommation domestique.
- Le système universitaire.
- Le système de formation technique spécialisée.
- La science et la base de recherche.
- Les politiques d'innovation et les autres politiques gouvernementales qui influencent l'innovation par les entreprises.
- Les paramètres législatifs et macro-économiques tels que le droit des brevets, la fiscalité, les règles de gouvernance d'entreprise et les politiques relatives aux taux d'intérêt et de change, aux droits de douane, et de la concurrence.
- L'infrastructure des communications, y compris les routes et les réseaux de télécommunication.

Et quelques autres sur lesquels l'influence publique est plus indirecte :

- Les ensembles partagés de connaissances codifiées, comme les publications, les normes techniques, environnementales et de management.
- Les institutions financières qui déterminent, par exemple, la facilité d'accès au capital-risque.
- L'accessibilité du marché, y compris les possibilités pour l'établissement de relations étroites avec les clients ainsi que des questions telles que la taille et la facilité d'accès.
- La structure de l'industrie et de l'environnement concurrentiel, notamment l'existence d'entreprises sous-traitantes dans des secteurs complémentaires.

Les règles et les connaissances véhiculées par l'ensemble de ces acteurs sont des éléments clés à côté de l'économie et des forces du marché. Le monde universitaire tant par ses activités de formation que de recherche peut jouer un rôle de capacitation vis-à-vis de chacun de ces acteurs. C'est le rôle du PIE que d'établir ces liens.

Afin de permettre une convergence des approches et une meilleure compréhension des processus innovants basés sur un système statistique fiable, l'Organisation de coopération et de développement économiques - OCDE et Eurostat ont édité le Manuel d'Oslo (OCDE, EUROSTAT, 2005), qui comprend à la fois des définitions de concepts et les classifications, et un ensemble de lignes directrices pour la mesure de l'innovation sur la scène internationale. Ceci est une base essentielle pour aborder l'innovation.

Ces questions ne sont pas considérés séparément, mais dans le cadre, d'un système national d'innovation, qui peut être évalué par des enquêtes menée sur la base du Manuel d'Oslo.

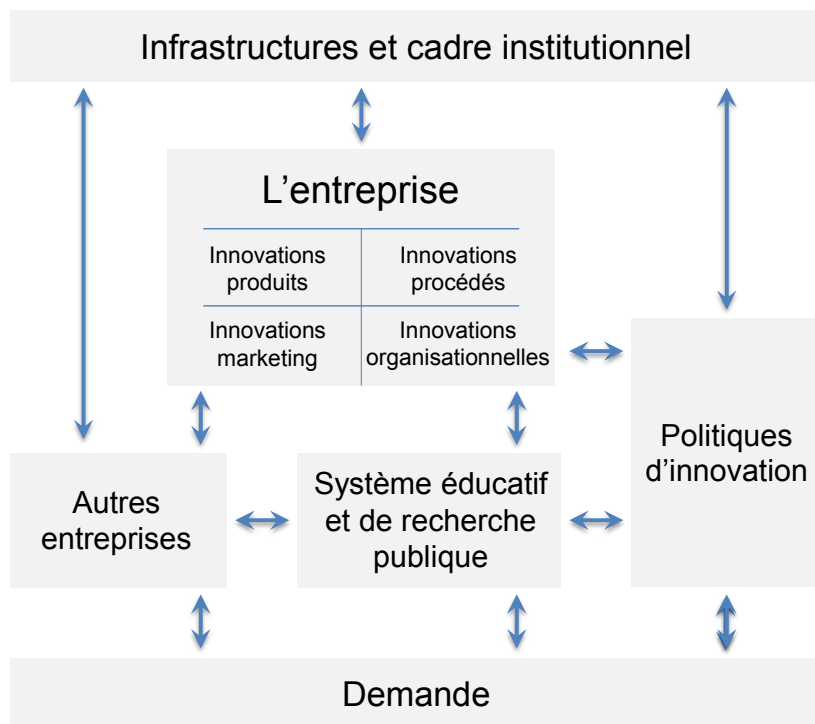


Figure 15 : Le cadre de mesure de l'innovation (OCDE, EUROSTAT, 2005)

Les travaux des deux chercheurs Stefan Kulhmann¹⁰ et Erik Arnold¹¹ se sont déroulés au sein de la RCN, *Research Council of Norway*. Le conseil de la recherche Norvégienne est un des nombreux acteurs dans l'organisation de l'innovation qui supportent les processus de création et d'utilisation de la connaissance. Son rôle est de faire de la recherche dans le but de promouvoir le développement de l'industrie norvégienne et de la société mais aussi de soutenir la valorisation des résultats de la recherche par l'Etat, l'industrie et la société. Pour se faire, le conseil s'appuie sur des acteurs divers comme le montre le Système national d'Innovation (SNI).

¹⁰ Fraunhofer Institute for systems and Innovation Research (ISI), D-Karsruhe, and Utrecht University, NL, Copernicus Institute for Sustainable development and Innovation

¹¹ Technopolis Ltd.

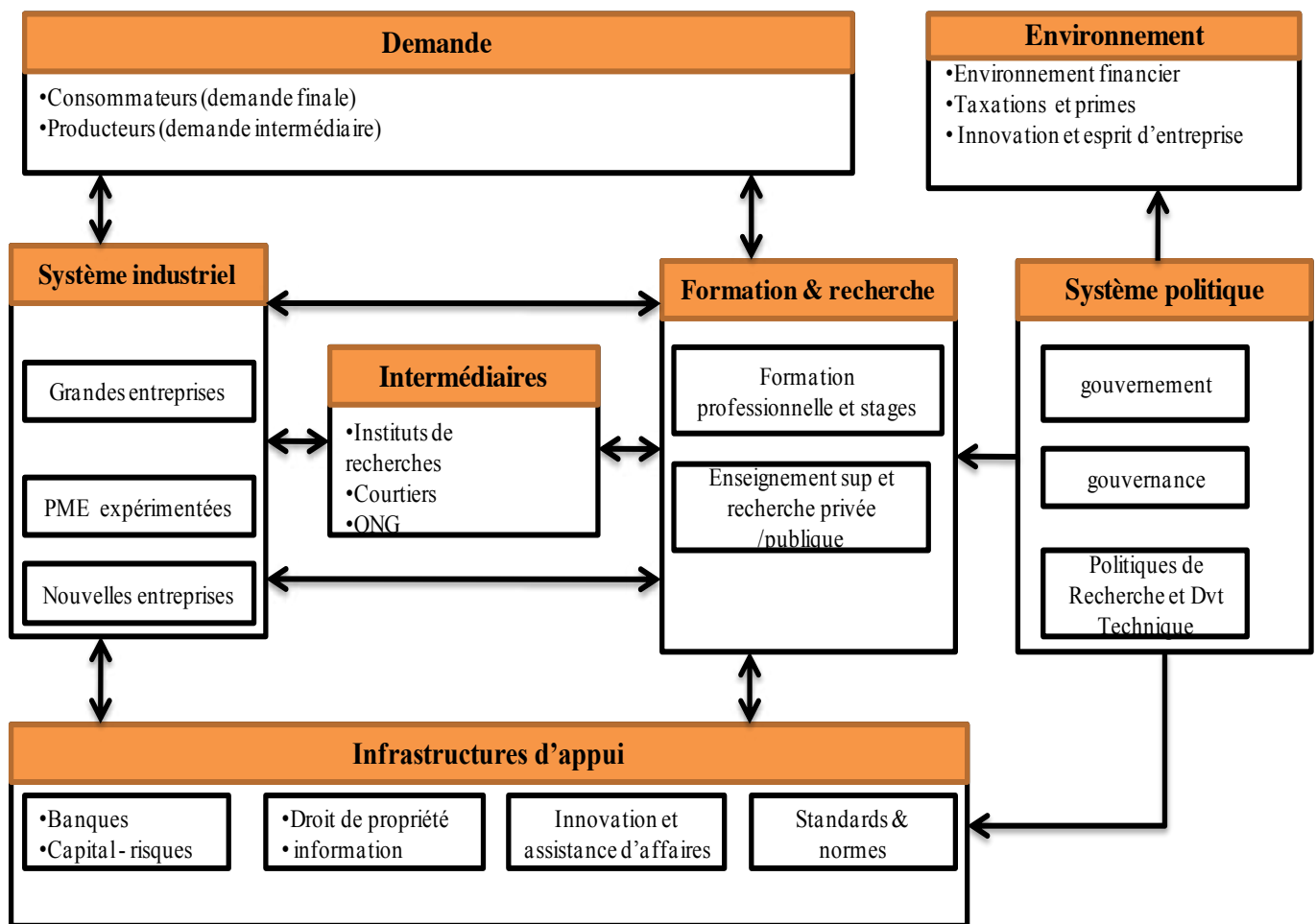


Figure 16 : Système national d'innovation (KUHLMANN et ARNOLD, 2001)

Le schéma illustre la mobilisation de nombreux acteurs dans *un* système d'innovation.

Comme ses auteurs (Kuhlmann et Arnold) l'ont reconnu tout système d'innovation est spécifique. La mise en œuvre efficace de systèmes d'innovation est en général un processus relativement lent et dont la gouvernance est basée sur un développement de relations stables entre les institutions scientifiques et technologique (recherche et formation), les entreprises et le système politique.

Nous nous appuyerons sur ce modèle dans le chapitre suivant afin de mieux cerner les interactions entre les différents acteurs de la filière solaire au Burkina Faso, en Côte d'Ivoire et au Sénégal.

2..2.1-Catégorie 1 : les pouvoirs publics

Cette catégorie renferme l'ensemble des acteurs qui contribuent à assumer le mode d'organisation choisi par un Etat. Comprenant le régime politique et les structures économique et sociale, les acteurs des pouvoirs publics sont à la base de l'élaboration des stratégies et des politiques pour la conduite de l'action publique en générale.

Le caractère stratégique de l'action publique est perçu dans la diversité des instruments mobilisés par l'Etat : législatifs, réglementaires, économiques et fiscaux, conventionnels et incitatifs, informatifs et communicationnels et qui en font une catégorie d'acteur interférant avec de multiples autres acteurs économiques et sociaux, territoriaux et transnationaux. (LASCOUMES et LE GALES, 2004).

L'action publique se déploie à travers la mise en place d'un environnement adéquat (environnement financier, taxations et primes, mobilité, innovation et esprit d'entreprise) ainsi que des infrastructures d'appui (banques, droit de propriété, standards et normes)

Des structures dédiées aux énergies renouvelables ont toujours existé (depuis les années d'indépendance) dans les Etats d'Afrique de l'Ouest mais il faut reconnaître que le développement relativement récent des problématiques liées au réchauffement climatique, notamment à travers les conférences des parties annuelles de la convention cadre des Nations Unies sur le changement climatique (CCNUCC), qui se tient depuis 1995, a certainement incité certains Etats d'Afrique de l'Ouest à mettre en place d'autres structures étatiques spécialisées pour les questions liées aux énergies renouvelables.

C'est le cas du Sénégal par exemple qui a mis en place en 2008 un ministère des énergies renouvelables tandis que le Mali a créé en 2009 l'agence nationale de développement des biocarburants. Ces acteurs nouveaux ont pour mission principale de penser la stratégie de développement des filières.

2.2.2-Catégorie 2 : les acteurs de la formation et la recherche

Il s'agit ici de toutes les personnes actives pour des enseignements pour les formations initiales, continues ou professionnelles ainsi que de la recherche scientifique.

Tous les Etats d'Afrique de l'Ouest ont des centres de recherche pour les énergies renouvelables, (quelques fois qualifiées de nouvelles ; cas de la Côte d'Ivoire avec l'IREN, Institut de recherche des énergies nouvelles). Au plan régional, un CRES, centre régional d'énergie solaire mis en place par la Communauté économique de l'Afrique de l'Ouest (CEAO) a fonctionné de 1978 à 1992.

Ces centres et institut de recherche ont pour mission d'étudier les différentes possibilités d'exploitation de sources d'énergies renouvelables (biomasse, solaire, éolien notamment) et de mettre en place des prototypes diffusables à grande échelle.

Dans les universités, des formations supérieures pour les énergies renouvelables ont émergé, notamment au 2IE, l'Institut international d'ingénierie de l'eau et de l'environnement du Burkina Faso (Master spécialisé Génie électrique, énergétique et énergies renouvelables)

Ces acteurs, dont le rôle est la production et la diffusion de connaissances se sont naturellement adaptées aux problématiques du réchauffement climatique et de la crise énergétique structurelle en Afrique de l'Ouest.

Qu'elles soient publiques ou privées, ces organisations d'enseignement et de recherche ont des interactions avec les acteurs du système politique, à travers des subventions ainsi que la politique de recherche et de développement technique mise en place par les Etats.

2.2.3- Catégorie 3 : les organisations non gouvernementales

L'émergence de la société civile comme acteur clé du développement pourrait être considéré comme l'un des phénomènes les plus remarquables de l'histoire contemporaine du développement international.

Selon l'UNESCO (Organisation des nations unies pour l'éducation, la science et la culture) la société civile désigne « l'auto-organisation de la société en dehors du cadre étatique ou du

cadre commercial, c'est-à-dire un ensemble d'organisations ou de groupes constitués de façon plus ou moins formelle et qui n'appartiennent ni à la sphère gouvernementale ni à la sphère commerciale ».

Font donc partie de cette société dite civile les ONG, organisations non gouvernementales (ONG) définies comme des organisations d'intérêts publics, indépendantes, ne relevant ni de l'Etat ni d'autres institutions. Les ONG internationales" sont définies comme *«toutes organisations internationales qui ne sont pas fondées par des traités internationaux»*. L'expression *organisation non gouvernementale* n'est entrée dans le langage courant qu'avec la création de l'organisation des Nations Unies en 1945 avec les dispositions de l'article 71 du chapitre 10 de la Charte des Nations Unies qui donne un rôle consultatif à des organisations qui ne sont ni les gouvernements ni les États membres.

Selon Marcel Merle, on peut définir les ONG comme : *« tout groupement, association, ou mouvement constitué de façon durable par des particuliers appartenant à différents pays en vue de la poursuite d'objectif non lucratif »* (MERLE, 2008)

Les ONG se caractérisent donc par leur indépendance politico-financière, le but non lucratif de leur action, ainsi que leur finalité qui reste d'intérêt public.

Même si les Etats restent incontournables à l'intérieur de leurs frontières pour le développement de l'économie verte, Les ONG jouent un rôle essentiel : Appui à des projets de terrain, communication, information et aussi de la formation vers les autres acteurs, lobbying. (GARDERES, 2011)

Les ONG nationales ou internationales pour le développement des énergies renouvelables se sont multipliées ces dernières années en Afrique de l'Ouest, pour la même raison : le consensus autour du réchauffement climatique.

Dans chaque Etat de cette région, on compte désormais plusieurs organisations non gouvernementales surtout internationales (GVEP, ADER, Fondation pour l'énergie, ENDA, etc.) dont les actions sont essentiellement tournées vers l'électrification rurale par l'exploitation d'énergie solaire.

2.2.4- Catégorie 4 : les entreprises

Les entreprises sont des organisations relativement autonomes, des groupes humains structurés et finalisés. Fondés sur des liens juridiques, techniques, sociaux et psychologiques, elles assument des fonctions économiques de production, de distribution de bien ou de services afin d'assurer leur survie et d'atteindre des objectifs de développement et de rémunération de leurs ayants droits (COHEN, 1997). De part leurs rôles de production et de distribution de biens et de services, les entreprises sont au cœur des activités économiques et donc en interaction permanente avec d'autres acteurs, notamment la recherche pour l'innovation et la société civile

La responsabilité sociale des entreprises résulte de pressions de la société civile (ONG, associations) et des institutions pour une meilleure prise en compte des impacts environnementaux et sociaux des activités des entreprises, qui est née, notamment, des problèmes d'environnement globaux rencontrés depuis les années 1970.

Même si le profil des entreprises actives dans les énergies renouvelables en Afrique de l'Ouest tend à se diversifier ces dernières décennies, avec l'exploitation de différentes sources, les activités autour de l'énergie solaire restent dominantes, comme l'atteste la récente mise en service (Juillet 2011) de la première industrie de fabrication de modules solaires en Afrique de l'ouest, au Sénégal, par la SPEC (*Sustainable power electric company*). Plusieurs petites entreprises d'installations solaires fonctionnent en Afrique de l'Ouest. Les entreprises privées qui se sont lancés en premier dans des projets de production de biocarburants par exemple restent dominantes dans cette filière spécifique.

2.2.5- Catégorie 5 : les consommateurs

Les associations de consommateurs font partie, comme les ONG de la société dite civile et ont pour missions de représenter, informer et défendre les intérêts des consommateurs auprès des prestataires de services.

Ultime maillon de la chaîne de consommation, les consommateurs en tant qu'usagers jouent un rôle clé, celui de validation des produits de l'innovation.

Pour Kulhmann et Arnold, les consommateurs entretiennent des interactions avec à la fois les entreprises, à travers les prestations de services que celles-ci leurs mettent à disposition et les

acteurs de la formation et de la recherche, par la participation des consommateurs aux enquêtes, études.

Les contributions des consommateurs permettent d'améliorer les produits de consommation ainsi que les services proposés par les entreprises.

Les associations de consommateurs pour les énergies renouvelables en Afrique de l'Ouest sont en fait des regroupements des ménages bénéficiaires d'électrification rurale, organisés surtout en comité de gestion et dont la mission principale est de gérer la maintenance du matériel en collaboration avec les entreprises installatrices et / ou les acteurs initiateurs des projets (ONG ou Etat)

Finalement, les cinq catégories d'acteurs humains (Acteurs du système politique, de la formation et de la recherche, des organisations non gouvernementales, des entreprises et des consommateurs) interagissent avec l'appui d'acteurs non humains (environnement, institutions et infrastructures), selon le schéma d'innovation (KULHMANN et ARNOLD, 2001).

2.3- Ecosystèmes d'affaires

Mais la notion d'écosystème peut aussi s'appliquer au seul monde économique. James Moore pour sa part suggère en 1993 que l'entreprise ne doit pas être considérée comme un membre d'une seule industrie, mais dans le cadre d'un écosystème d'affaires qui traverse une variété d'industries. « *Dans un écosystème d'affaires, les entreprises font co-évoluer les capacités autour d'une nouvelle innovation : ils travaillent de manière collaborative et compétitive pour supporter de nouveaux produits, de satisfaire les besoins des clients et, finalement, intégrer le prochain cycle d'innovations.* » (MOORE, 1993)

Les principaux éléments d'un écosystème sont : les acteurs (les espèces), les relations entre les acteurs (le réseau), la performance (la santé), la dynamique (l'évolution), les stratégies et les comportements des acteurs (rôles).

Moore lui-même est conscient des limites de sa propre métaphore : « *Et pourtant, c'est précisément du fait de la direction consciente qu'une métaphore strictement biologique n'est plus valide. Les milieux d'affaires, à la différence des communautés biologiques d'organismes en co-évolution, sont des systèmes sociaux. Et les systèmes sociaux sont de vraies personnes qui prennent les décisions ; les structures plus grandes sont maintenues par un réseau*

complexe de choix, qui dépend, au moins en partie, de la conscience des participants. Comme le notait Gregory Bateson, si vous changez l'idée d'un système social, vous changez le système lui-même » (MOORE, 1993).

Moore suit la logique de Schumpeter mais en l'élargissant au-delà de la seule entreprise, c'est l'ensemble de l'écosystème d'affaires qui est au cœur de l'innovation. L'écosystème d'affaires est défini comme une coalition d'entreprises autour d'un acteur majeur (firme pivot) qui parvient à imposer son standard, tout en créant de la valeur pour ses partenaires. Cette logique rejoint à la notion de création de valeur partagée (PORTER et KRAMER, 2011), l'innovation coopérative (WEAVER, 2008) ou la logique de l'investissement dans le capital social.

Dans une perspective historique plus large, Fernand Braudel considérait le système économique sous-jacent dans lequel s'intègre l'entrepreneur « *Je ne crois pas que Joseph Schumpeter ait raison de faire l'entrepreneur le deus ex machina. Je crois obstinément que c'est le mouvement d'ensemble qui est déterminant et que tout capitalisme est à la mesure, en premier lieu, des économies qui lui sont sous-jacentes* » (BRAUDEL, 1985). Les évolutions de long terme et les composantes globales de la société ne doivent pas être négligées. Il y a des liens entre les écosystèmes d'innovation et la société dans son ensemble. La mobilisation autour des énergies renouvelables, vue comme un objectif collectif, comme une contribution majeure au développement durable et à la lutte contre les changements climatiques, est un facteur de mobilisation et de fonctionnement de l'écosystème d'innovation qu'il ne faut pas négliger. Il faudrait ainsi aussi considérer la part d'imaginaire que les énergies renouvelables véhiculent. « *Il n'est de techniques sans capacité d'inventer. Et il n'est de capacité d'inventer sans imaginaire. Dans son lien à la technique, la première fonction de l'imaginaire est de faciliter l'invention ; la seconde est de faciliter l'acceptation de cette invention.* » (GARÇON, 2005). Cette considération modifie le processus d'innovation dans ses différentes phases incluant la diffusion. Au-delà des dimensions fonctionnelles de la proposition du PIE il y a une dimension qui relève de l'ordre du discours et de l'imaginaire.

III- ACTEURS ET DIFFUSION DE L'INNOVATION

« Le modèle de la diffusion déplace l'objet technique à l'intérieur d'une société qui constitue un milieu plus ou moins récepteur. Le modèle de l'intéressement met en scène tous les acteurs qui se saisissent de l'objet ou s'en détournent et il souligne les points d'accrochage entre l'objet et les intérêts plus ou moins organisés qu'il suscite. Le résultat d'une telle description est un diagramme sociotechnique qui combine deux genres que l'on a tendance à séparer: l'analyse technologique qui se limite à la description de l'objet et de ses propriétés intrinsèques; l'analyse sociologique de l'objet, c'est-à-dire des milieux dans lesquels il se déplace et sur lesquels il produit des effets. A vouloir rendre distinctes ces deux lignes d'analyse, on s'interdit de comprendre les raisons de l'échec ou du succès de l'innovation. L'analyse sociotechnique, quant à elle, se place à l'endroit précis où l'innovateur se situe, dans cet entre-deux difficile à saisir où se mettent simultanément en forme la technique et le milieu social qui le reprend ». (AKRICH, CALLON, & LATOUR, 1988)

Le schéma du modèle d'innovation national met en exergue deux types d'acteurs empruntant, ainsi la voie du décloisonnement d'Akrich, Callon, et Latour dans leur approche de la théorie de l'acteur réseau.

3.1- ANT (Actor network theory)

Encore appelée théorie de l'acteur-réseau, ou sociologie de la traduction, la théorie de la traduction est une approche sociologique développée dans les années par Callon, Latour et Akrich du centre de sociologie de l'innovation¹².

Pour ces chercheurs, le monde ne doit pas être pensé en termes de groupes sociaux, mais en termes de réseaux. Le concept de traduction est une mise en relation qui implique toujours une transformation, qui consiste à relier des éléments et des enjeux *a priori* incommensurables et sans commune mesure. La traduction établit un lien entre des

¹² Le Centre de sociologie de l'innovation (CSI) est un laboratoire français de recherche en sciences sociales fondé en 1967 à l'Ecole des mines de Paris et associé au CNRS, centre national de la recherche scientifique. Le CSI est spécialisé dans le domaine de la sociologie des sciences et techniques et par les apports de plusieurs de ses membres à la théorie de la traduction

activités hétérogènes et rend le réseau intelligible. Ils (Akrich, Callon et Latour) considèrent que la réussite de la « traduction » passe par la coopération dans l'innovation de tous les acteurs concernés. Elle repose donc sur l'idée que les logiques de chacun des acteurs appelés à coopérer s'enrichissent mutuellement plutôt qu'elles ne s'affrontent.

3.2- Acteurs

3.2.1- Les non humains

Cette catégorie désigne tout ce qui n'est pas humain et qui participerait d'une certaine façon à une organisation. On distingue dans le schéma de l'innovation de Kulhmann et Arnold l'environnement, les infrastructures d'appui et les politiques. Pour Akrich, Callon et Latour (1988) les non humains désignent les objets et les discours sont pris en compte dans la théorie de l'acteur –réseau.

3.2.2- Les acteurs humains

Cette catégorie d'acteurs regroupe toute personne physique ou ensemble de personnes physiques, organisées ou non, partie prenante d'une action précise. Elle compte donc des hommes et des femmes ainsi que diverses organisations, publiques, privées ou de la société civile.

Le schéma d'innovation de Kulhmann et Arnold permet de distinguer des groupements d'acteurs humains (voir schéma) : Le gouvernement ; les chercheurs ou les formateurs ; les ONG ; les entreprises ; les consommateurs, qui appartiennent à cinq (5) catégories d'acteurs institutionnels.

La théorie de l'acteur-réseau (ANT) décrit les processus par lequel les acteurs construisent des réseaux et interagissent à travers un processus de «traduction». Selon Callon (1986), le processus de traduction peut être divisé en quatre étapes :

(1) problématisation

Il s'agit de la définition, à partir des objectifs individuels des acteurs du réseau, d'un objectif commun : un point de passage obligé (PPO) à travers lequel tous les acteurs du réseau doivent transiter pour atteindre leurs objectifs.

Dans l'expérience sur laquelle Callon s'appuie (domestication par des pêcheurs des coquilles Saint Jacques dans la baie de saint Brieu), la problématisation consiste précisément à montrer aux différents acteurs que le problème posé les concerne à travers la définition du *point de passage obligé* (PPO) : Les acteurs doivent adhérer à l'expérience afin d'atteindre leur objectif : *Pecten Maximus* se fixe –t'elle ?

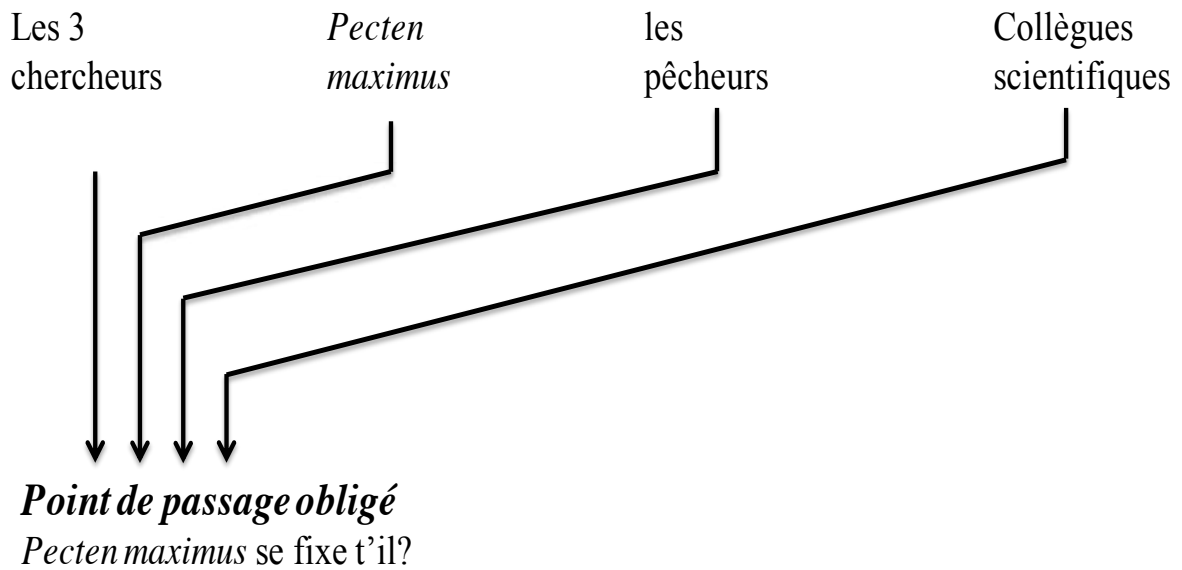


Figure 17 : Définition d'un point de passage obligé (CALLON, 1986)

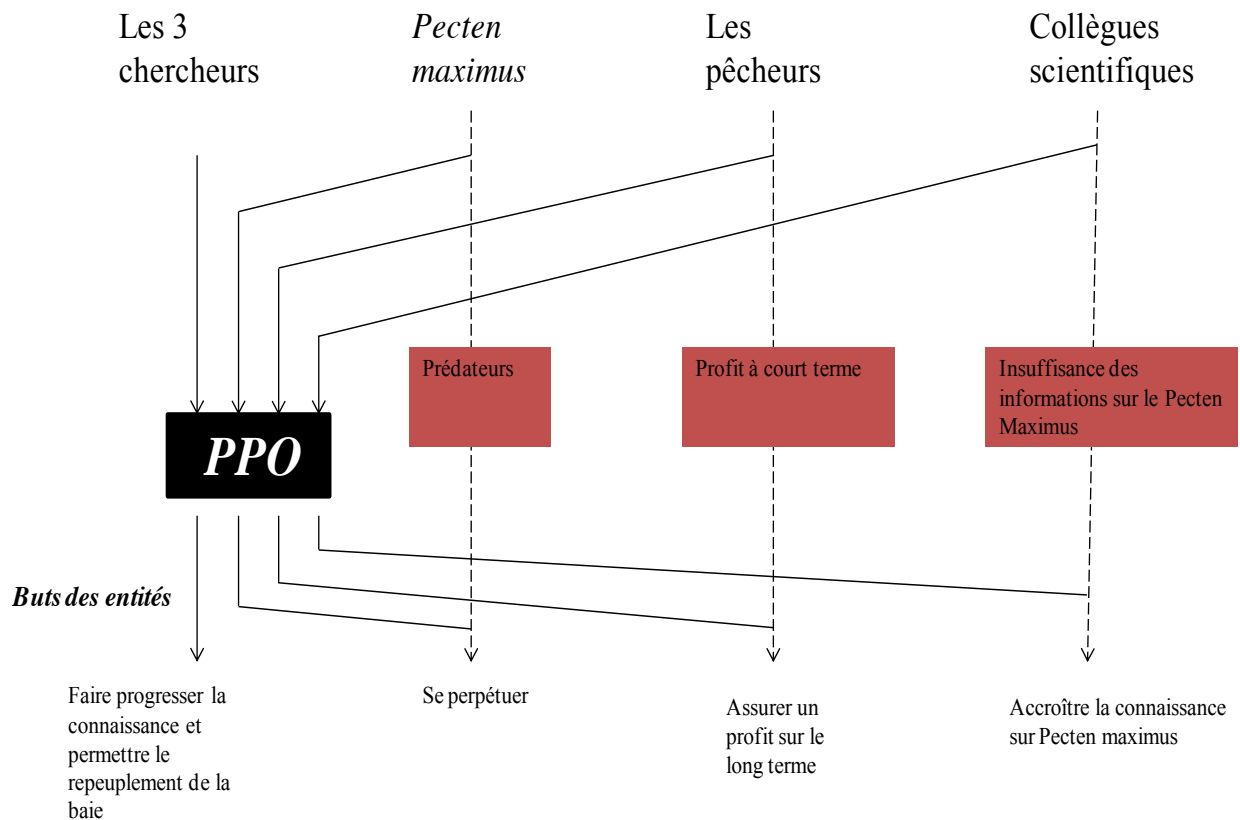


Figure 18: Passage obligé pour atteindre pour chaque acteur, les objectifs visés (CALLON, 1986)

(2) intéressement

C'est la stabilisation de l'identité de l'acteur et de sa connexion au réseau qui a été formé dans la première étape. Cette étape consiste à sceller des alliances entre les acteurs.

(3) enrôlement

C'est le verrouillage des acteurs en place et définition de leurs rôles et identités dans le réseau qui remplissent certains objectifs inscrits dans le PPO (point de passage obligé).

(4) mobilisation

Cette dernière étape est incarnée par l'acteur principal, qui devient ainsi un macro-acteur (Callon, 1986).

On peut observer qu'il existe une relation forte entre les étapes de la construction d'un réseau d'innovation proposé par Callon et celles proposées par Moore pour les écosystèmes d'affaires (tableau suivant).

| Étapes | Écosystèmes d'affaires (Moore J. F., 1993) | ANT (Callon, 1986) |
|--------|--|---|
| 1 | Naissance : l'entrepreneur définit ce que les clients veulent, et la valeur d'un nouveau produit ou service proposé | Problématisation : d'un objectif commun à partir des acteurs du réseau et de leurs objectifs individuels |
| 2 | Expansion : l'écosystème d'affaires s'étend pour conquérir de larges territoires nouveaux | Intéressement : stabilisation des identités des acteurs et de leurs connexions au réseau |
| 3 | Leadership : écosystème a eu une croissance et une rentabilité et les processus centraux sont relativement stables | Enrôlement : verrouillage des acteurs en place et définition de leurs rôles et identités dans le réseau |
| 4 | Auto-Renouvellement : la communauté d'affaires mature est menacée par l'émergence de nouveaux écosystèmes et de nouvelles innovations | Mobilisation : le réseau devient un macro-acteur incarné par l'acteur principal |

Tableau 15 : Comparaison entre les étapes dans les écosystèmes d'affaires et acteur du réseau (BRODHAG, 2013)

Le système d'innovation peut se rapprocher de la notion de plateformes industrielles. Hatchuel considère que ces plateformes créent progressivement leur champ d'intérêt. Les plates-formes vont émerger dans la situation où 1 - chaque acteur ne dispose pas de certaines fonctionnalités et est incapable de les produire seul, 2 - aucun des acteurs n'a une vision claire du paysage de la valeur, ce qui signifie que le paysage de la valeur doit être conçu. 3 - le processus de conception lui-même crée des capacités et explore la valeur, il révèle aussi les compétences manquantes et les zones inconnues dans le paysage de valeur. (HATCHUEL, LE MASSON et WEIL, 2010).

Le processus de construction d'un PIE devra se situer dans cette perspective. Il ne s'agit pas d'un réseau autour d'une innovation mais d'une plateforme dont la production concrète va identifier ses propres objectifs stratégiques.

Deux (2) sujets émergent alors : les relations de pouvoir entre les acteurs et les questions cognitives de compréhension entre ces acteurs.

IV. JEU D'ACTEURS

Les acteurs des différentes communautés produisant des connaissances entretiennent entre eux des rapports d'influence.

4.1- L'acteur stratégique

« Les acteurs utilisent en fait leur marge de liberté de façon si extensive qu'il n'est pas possible de considérer leurs arrangements particuliers comme de simples exceptions au mode rationnel » (CROZIER et FRIEDBERG, 1977)

La théorie de l'acteur stratégique, élaborée par Crozier et Friedberg au cours des années 1970 est une théorie de la sociologie des organisations qui part du constat des deux auteurs selon lequel on ne peut considérer que le jeu des acteurs soit déterminé par la cohérence des systèmes dans lesquels ils s'insèrent, ou par les contraintes environnementales, on doit chercher en priorité à comprendre comment se construisent les actions collectives à partir de comportements et d'intérêts individuels parfois contradictoires.

Les deux auteurs Crozier et Friedberg considèrent qu'il vaut mieux s'intéresser aux stratégies individuelles des acteurs et non sur la fonction des acteurs ou des sous-systèmes au sein d'une organisation : Il faut donc avant tout privilégier la recherche des régularités observées dans les comportements, qui doivent être réinterprétées dans le cadre du modèle de l'acteur stratégique.

Les stratégies des acteurs ne dépendent pas d'objectifs clairs et précis, elles se construisent au contraire en situation, elles sont liées aux atouts que les acteurs peuvent avoir à leur disposition et aux relations dans lesquelles ils s'insèrent.

Le concept de stratégie renvoie donc à différentes dimensions notamment :

Les acteurs agissent pour améliorer leur capacité d'action et/ou s'aménager des marges de manœuvre. Les projets des acteurs sont rarement clairs et cohérents, mais le comportement n'est jamais absurde. Il a toujours un sens intrinsèque. Tout comportement humain est actif dans la mesure où il est le résultat de choix.

4.2- Actions et réflexion collective : le système d'action concret

L'analyse stratégique développée par Crozier et Friedberg est un modèle d'analyse organisationnelle qui s'articule autour de la compréhension des relations entre acteurs interdépendants. La conceptualisation de l'action collective se fait à travers l'analyse des systèmes d'action concrets. Un système d'action concret (SAC) est un ensemble de jeux structurés entre des acteurs interdépendants, dont les intérêts peuvent être divergents voire contradictoires. Un système est défini comme « *un ensemble interdépendant* » (CROZIER, 1963), l'interdépendance des parties constituant la définition de base d'un système (ACKOFF, 1960). Toute action collective peut alors être interprétée comme un système d'action dès lors que les participants sont dépendants les uns des autres (CROZIER et FRIEDBERG 1992). C'est la mise en évidence du réseau d'acteurs interdépendants (KLIJN et AL., 1995) qui permet de montrer l'existence d'un SAC.

Michet Godet et Philippe Durance ont défini un processus de réflexion collective, en plusieurs étapes successives. Ces étapes permettent d'identifier les variables-clés, d'analyser les jeux d'acteurs afin de poser les questions-clés pour l'avenir, de réduire l'incertitude sur ces questions et de dégager les scénarios d'environnement les plus probables (GODET et DURANCE, 2011). Tout acteur s'intégrant dans une action collective entretient des relations privilégiées avec certains interlocuteurs que l'on appelle relais (CROZIER et FRIEDBERG 1992). À l'intérieur d'un système d'action concret les acteurs participent à des jeux dirigés par certains objectifs plus spécifiques.

Dans le cadre du SAC, les jeux sont plus ou moins intégrés et articulés les uns aux autres. Tous les acteurs ne participent pas forcément aux différents jeux (KLIJN et AL 1995). Par contre le jeu peut modifier le SAC tout comme le SAC influence les jeux (KLIJN et AL. 1995). Ils supposent donc une régulation d'ensemble, des mécanismes permettant au SAC de se maintenir. Dans le SAC comme dans les jeux, les processus d'interaction sont régulés par des règles du jeu, grâce auxquelles les acteurs «règlent et gèrent leurs dépendances mutuelles»

(FRIEDBERG, 1993). Les règles peuvent être définies à partir de la structure formelle de l'organisation mais aussi par les pratiques informelles des acteurs. Les règles sont une indication de l'existence de relations de pouvoir entre plusieurs acteurs. Les règles constituent autant des contraintes que des zones d'incertitudes d'où les acteurs tirent une marge de manœuvre (CROZIER et FRIEDBERG, 1992). L'utilisation qui est faite des règles fait partie de l'ensemble des stratégies que les différents acteurs utilisent pour atteindre leurs fins. D'après Crozier et Friedberg, toute structure d'action collective se constitue comme un système de pouvoir.

Le pouvoir est *«la capacité d'un acteur à structurer des processus d'échange plus ou moins durables en sa faveur, en exploitant les contraintes et opportunités de la situation pour imposer les termes de l'échanges favorables à ses intérêts. (..). Le pouvoir est la manifestation naturelle et pour tout dire normale de la coopération humaine qui suppose toujours une dépendance mutuelle et déséquilibrée des acteurs»* (FRIEDBERG, 1993). L'étude des relations de pouvoir permet de dégager des stratégies d'acteurs relativement stables. Les stratégies, fonction de leurs intérêts et de leurs ressources, représente leur position, le parti dans le jeu des acteurs. Les ressources peuvent prendre la forme de savoirs, d'une expertise, d'un statut, d'une légitimité, etc., dépendamment des perceptions des différents acteurs (KLIJN et AL., 1995).

V-ASPECT COGNITIF

5.1 - Les Acteurs et les rationalités

La compréhension de la cohérence de la conduite, c'est-à-dire la rationalité de chacun des acteurs (humains) permet de mieux cerner l'orientation de leurs activités mais aussi le choix de leurs partenaires. Ces rationalités ne concernent pas uniquement les individus mais sont constitutives des organisations et communautés auxquelles ces mêmes individus appartiennent (BRODHAG, 2011).

H. Simon a défini la rationalité substantive comme étant basée sur des informations économiques et se rattachant à la théorie économique classique, fondée sur la maximisation. A cette rationalité (substantive), il lie la rationalité dite procédurale qui guide ou qui fait émerger les processus de décisions au sein des organisations. (SIMON, 1955)

Van Gigch a pour sa part considéré deux niveaux dans les organisations, le niveau opérationnel où se déroulent les processus concrets de production et un méta-niveau orienté vers la prise de décision. En conséquence il définit deux autres rationalités du méta-niveau : La structurelle qui recouvre la structure des processus de décision ainsi que l'évaluative qui concerne les outils d'évaluation des résultats. (VAN GIGCH, 1987)

On pourrait ainsi positionner les acteurs identifiés suivant le fait que leurs activités principales se rapprochent, sans être exclusivement dépendantes de chacune de ces quatre rationalités (schéma suivant)

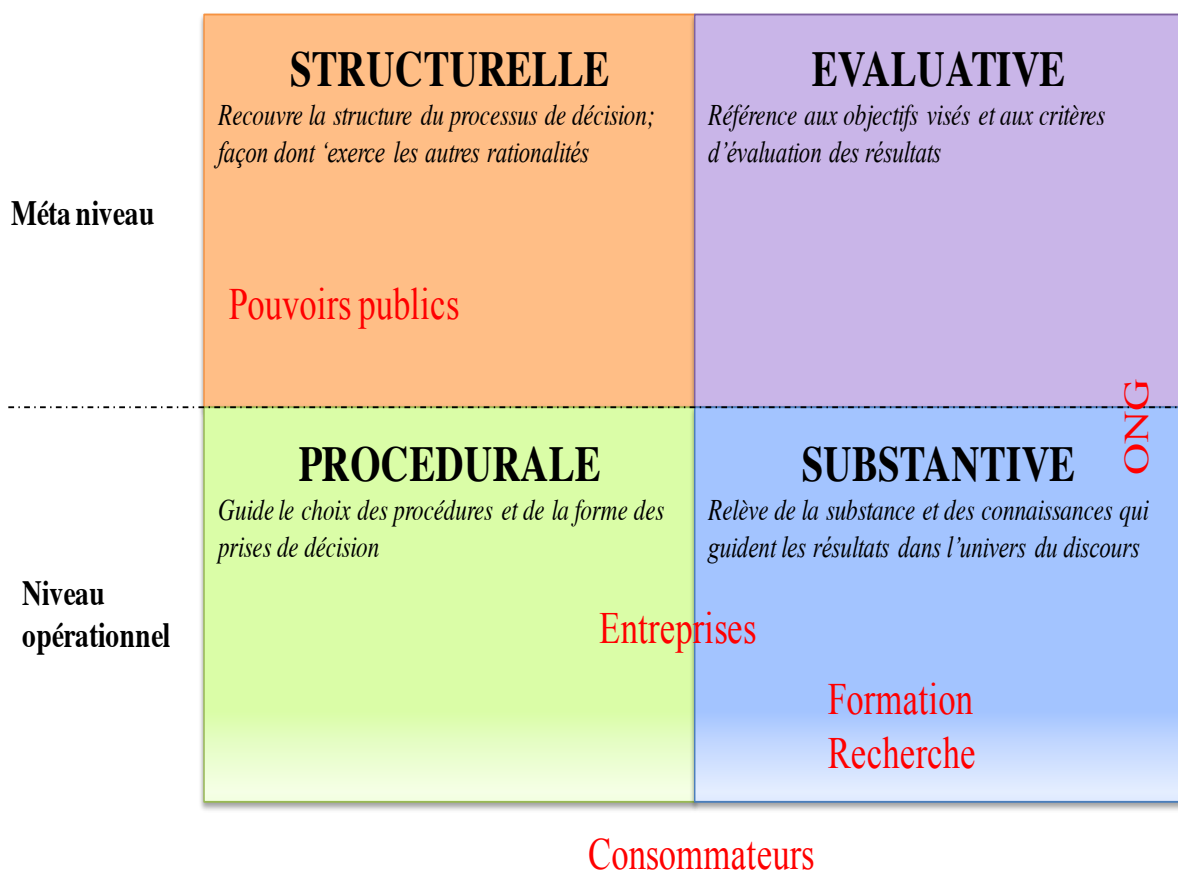


Figure 19 : Répartition des acteurs selon leurs rationalités principales

Une innovation comme un processus de changement doit mobiliser un réseau d'alliance hybride, c'est-à-dire appartenant à différentes communautés d'acteurs (administration, entreprise, académique...) mais aussi des objets non humains (discours, matériels...) qui modifient les relations entre les acteurs humains et notamment contribuent à tisser un réseau d'alliance. Cette approche permet de comprendre le rôle social joué par les objets techniques,

alors que jusque-là le monde des ingénieurs et de leur technique était disjoint de celui de la sociologie et des acteurs.

L'un des apports de ce modèle est de proposer un mécanisme de traduction entre les différents acteurs, qui ne vont comprendre l'innovation dans leur propre référentiel, c'est-à-dire selon le vocabulaire que nous avons employé ici leur rationalité. (BRODHAG, 2011)

Le PIE selon cette approche devient un opérateur de ces mécanismes de traduction, et aussi un actant qui permet de construire un réseau d'innovation faisant coopérer concrètement, autour de la maîtrise de l'énergie et du développement des énergies renouvelables, les politiques, techniciens, entrepreneurs et ONG, de façon à traduire les savoirs, les mettre à disposition des différentes communautés (BRODHAG et GBOSSOU, 2011)

Différentes communautés sont à la base de la production des connaissances tacites ou explicites.

5.2- Connaissances tacites et Connaissances explicites

Les connaissances produites par les acteurs circulent par « traductions » successives, ce qui n'introduit aucune discontinuité dans l'espace social, mais bien une adaptation progressive des connaissances dont la certitude peut toujours être remise en cause par des controverses.

Les échanges de connaissances doivent passer les différentes barrières, non pas par une opposition des approches ascendantes portées par les acteurs de terrain ou descendantes portées par les acteurs de la gouvernance, mais à travers des processus permettant tout à la fois : de traduire de façon opérationnelle les objectifs politiques, et de traduire en problématiques politiques les problèmes rencontrés sur le terrain. (BRODHAG, 2011)

Il existe une distinction à faire entre la pratique dans le monde matériel qui est producteur de connaissances tacites et les rationalités formelles introduites issues de disciplines et qui produisent des connaissances explicites.

« La connaissance explicite peut être exprimée en mots et nombres et partagés sous forme de données, formules scientifiques, spécifications, manuels et autres. Cette sorte de connaissance peut facilement être transmise entre des individus de façon formelle et systématique. (...) La

connaissance tacite est hautement personnelle et difficile à formaliser, rendant difficile la communication et le partage avec d'autres. Les visions subjectives et les intuitions tombent dans cette catégorie de connaissance. La connaissance tacite est profondément enracinée dans les actions et l'expérience d'un individu ainsi que dans les idéaux, les valeurs et les émotions qu'il ou elle embrasse. Il y a deux dimensions de la connaissance tacite. La première est la dimension technique, qui comprend les aptitudes personnelles et de métier souvent qualifiées de savoir faire (know how). La seconde est la dimension cognitive. Elle consiste dans les croyances, idéaux, valeurs, schémas de pensée et modèle mentaux qui sont profondément enracinés en nous et que nous tenons souvent pour acquis » (NONAKA et KONNO, 1999)¹³

5.3- Différentes communautés

Dans la production de la connaissance il y a différents types de communautés qui mobilisent, à des degrés divers, des connaissances tacites et/ou explicites.

5.3.1- Communautés de pratique

Pour ajouter cette perspective de production de connaissances dans le système d'innovation, nous pouvons nous appuyer sur le concept de communautés de pratiques que Wenger définit comme : « *un groupe de personnes qui partagent une préoccupation ou une passion pour quelque chose qu'ils font et apprennent à faire mieux lors de leurs interactions régulières* » (WENGER, 1999)

Les communautés de pratiques sont en prise directe avec le réel et orientées vers la réussite d'activités concrètes, et pour lesquelles la création de connaissances est un sous-produit, un surplus accidentel qui fait partie du processus d'apprentissage. Elles diffusent des bonnes pratiques et des connaissances tacites socialement positionnées (COHENDET et DIANI, 2003). Ces différentes communautés sont caractérisées par le domaine, la communauté et la pratique.

¹³ Traduit par l'auteur

5.3.2- Communautés épistémiques

En revanche les communautés épistémiques s'orientent essentiellement vers le développement et la codification des connaissances afin d'identifier une procédure de résolution de problèmes basée sur une autorité procédurale explicite ou non explicite, (CREPLET, DUPOUËT, et KERN, 2001). La communauté de pratique est immergée dans le domaine d'action, tandis que la communauté épistémique est en relation avec le processus d'élaboration des règles formelles. Les activités de normalisation appartiennent à ce type de communauté.

5.3.3- Communautés académiques

Elles sont orientées vers la création de connaissances, selon des processus de publications validées par la procédure d'examen par les pairs et se rattachant à des théories et écoles de pensée structurées en communautés.

L'un des objectifs du PIE serait d'établir des traductions entre ces différentes communautés.

5.4- Conversion des tacites en explicites par le Processus de traduction Ba

La circulation des connaissances entre ces communautés nécessite des processus de traduction. Le passage d'une communauté de pratique à une communauté épistémique passe « par la codification, ou au moins l'explicitation, d'une procédure de validation des connaissances » (CREPLET, DUPOUËT et KERN, 2001) et une conversion de type « externalisation » pour reprendre la proposition Nonaka et Takeuchi de conversion de connaissances tacites en connaissances explicites (NONAKA et TAKEUCHI, 1995).

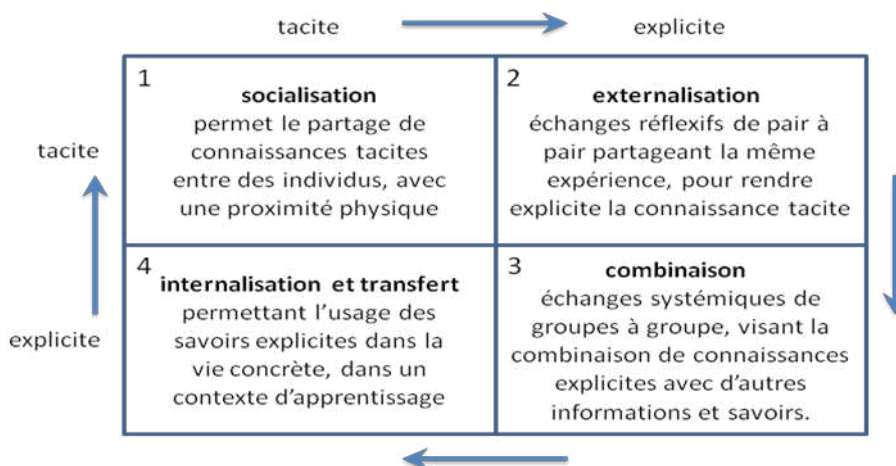


Figure 20: Conversion des connaissances tacites en connaissances explicites ; NONAKA et KONNO, 1999

Pour organiser ces passages Nonaka et Konno proposent, le *Ba* un processus cyclique en quatre étapes (figure précédente) qui permet de passer des connaissances tacites à des connaissances explicites pour revenir à une opérationnalisation. Cette approche proposée pour une organisation donnée, peut être élargie à un processus plus large.

Les connaissances explicites peuvent circuler à grande distance alors que la proximité et le face à face sont nécessaires pour les échanges de connaissances tacites. Pour les premières les échanges de connaissances sont décontextualisés, c'est-à-dire exempts de toute considération spatiale, sociale, informationnelle ou cognitive. (DIBIAGGIO et FERRARY, 2003).

Pour les secondes une localisation est nécessaire car la proximité et l'intensité des relations favorisent la diffusion et la production de connaissances tacites ou implicites.

La transmission de la partie tacite des connaissances passe par en effet par « *le face-à-face (apprentissage par imitation, échanges informels, solution intuitive des problèmes...) alors que les connaissances codifiées se transmettent plus facilement à distance par les TIC (Techniques d'information et de communication) ou des supports physiques (articles, livres, modes d'emploi...) indépendants des individus ou des organisations les ayant produites.* » (RALLET et TORRE, 2004)

C'est de cette logique de proximité que procèdent les systèmes productifs locaux et autres clusters qui sont fondés sur la co-localisation d'acteurs spécialisés au sein d'une zone déterminée liée à une culture économique et industrielle locale.

La finalité d'une création ou une amplification de synergies entre ces différentes catégories d'acteurs, à travers à la fois des processus cognitifs, de traduction et des systèmes d'information est d'obtenir une cohérence des connaissances et des capacités à renforcer. (BRODHAG, 2011)

5.6- Renforcement de capacités

Le terme de capacité est très souvent utilisé mais on oublie souvent de le définir, ou la définition est trop large pour être d'une quelconque utilité (POTTER et BROUGH, 2004).

Une capacité est une aptitude à réaliser une activité pour atteindre des objectifs fixés, et occupe ainsi l'espace existant entre l'intention et le but visé. Elle s'appuie sur des connaissances et compétences précises. (ST AMAND et RENARD, 2004)

Capacité individuelle : aptitude des individus pour l'atteinte d'objectifs de développement

Capacité organisationnelle : moyens déployés par une organisation pour son bon fonctionnement administratif et sa gestion

Le terme de capacité est souvent limité à de la simple ressource humaine ou de la formation alors que ces questions, certes importantes, ne sont que des éléments parmi d'autres. Il a aussi des dimensions collectives : managériales avec le fonctionnement des organisations (administrations et acteurs privés) et de gouvernance avec les relations entre ces différentes organisations et acteurs. (BRODHAG et GBOSSOU, 2011)

Pour St Armand et Renard, « *Une capacité est une aptitude à réaliser une activité pour atteindre des objectifs fixés, et occupe ainsi l'espace existant entre l'intention et le but visé. Elle s'appuie sur des connaissances et compétences précises* ». (ST AMAND et RENARD, 2004)

Le PNUD, Programme des Nations Unies pour le développement, définit la capacité pour le développement comme « *le processus par lequel les particuliers, les organisations et les sociétés acquièrent, développent et entretiennent les aptitudes dont ils ont besoin pour définir et réaliser leurs propres objectifs de développement* » (PNUD, 2008).

Potter et Brough avaient déjà proposé une vision systémique mettant en relation différents niveaux : les structures, systèmes et rôles, les personnels et infrastructures, les compétences et les outils (POTTER & BROUGH, 2004). La compétence est un ensemble composite de savoirs, savoir-faire, savoir-être, savoir-apprendre et faire savoir. (DE MONTMOLLIN, 1984). Par ailleurs, toute compétence comporte deux dimensions indissociables : individuelle et collective (LE BOTERF, 2004).

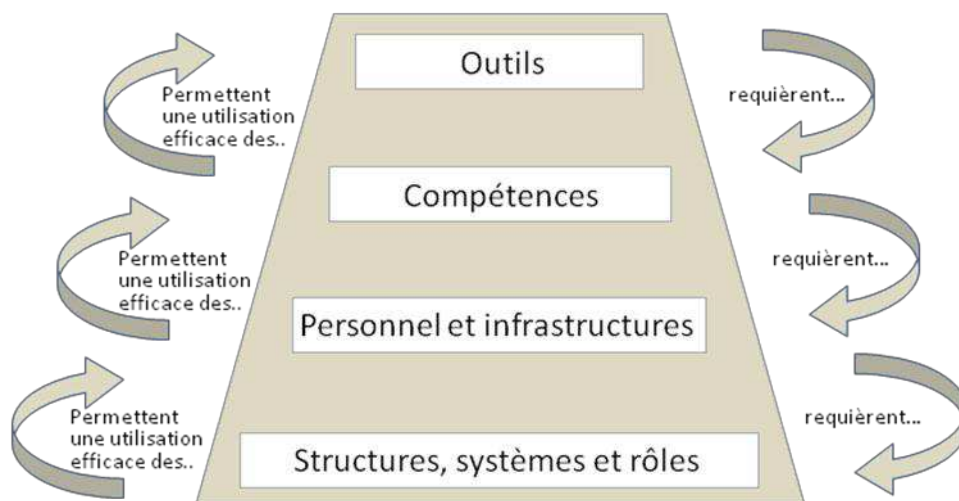


Figure 21: Echelle des capacités selon POTTER et BROUGH, 2004

Cette vision, proche de celle du PNUD s'en différencie néanmoins par l'apport d'un élément essentiel : les outils. Il ne s'agit pas seulement de capacité managériale (administrative ou de gouvernance) et de politiques nationales mais aussi techniques qui s'expriment sur le terrain et par différents communautés.

Enfin ces différentes capacités ne peuvent pas être envisagées séparément, mais elles forment un système en se renforçant mutuellement.

Finalement, on considérera trois niveaux de définition de capacités :

- un environnement favorable : politiques, législation, relations de pouvoir, normes sociales ;
- un niveau organisationnel : politiques internes, conventions, procédures, cadres ;
- un niveau individuel : expérience, connaissances, compétences techniques ;

VI- ELEMENTS FONDATEURS DU PIE

6.1- PIE : Une innovation organisationnelle

« L'innovation organisationnelle désigne à la fois les nouvelles formes d'organisation du travail, les systèmes de gestion des connaissances, les méthodes de mobilisation de la

créativité des travailleurs, ainsi que les nouvelles formes de relation entre les entreprises et leur environnement économique » (VALENDUC et VENDRAMIN, 2006).

Nous considérerons la mise en place d'un pôle intégré d'excellence pour en Afrique de l'Ouest, dont le but est l'amplification des synergies entre les acteurs (entreprises, pouvoirs publics, recherche, société civile et consommateurs) par la diffusion entre eux des connaissances et le renforcement de leurs capacités, comme une innovation organisationnelle.

6.2- Environnement

Les différents acteurs du PIE évoluent dans un environnement socio-économique.

Selon le schéma de l'innovation (KULHMANN et ARNOLD, 2011), l'environnement est défini par *l'Environnement financier, les taxations et primes, l'innovation et l'esprit d'entreprise*. Il s'agit donc de l'ensemble des dispositions (réglementaire, financière) institutionnelles mises en place par les acteurs du pouvoir politique afin d'aider au développement d'une filière. L'environnement prend en compte par ailleurs le cadre socioculturel...

Selon Jean Pierre Girardier, « *ils sont rares, les projets qui correspondent aux désirs réels des utilisateurs eux-mêmes. S'agissant d'énergie solaire, la plupart des projets sont subventionnés partiellement ou totalement à travers des mécanismes de décision où l'utilisateur final n'est concerné qu'indirectement. Au niveau des Etats, les opérations d'envergure réussiront dans la mesure où elles seront initiées par les utilisateurs...* » (GIRARDIER, 1984)

6.3- Systèmes d'information et diffusion des Connaissances

En s'appuyant sur les systèmes d'information adéquats le PIE peut être à la fois un lieu (physique et virtuel) d'échanges entre les différentes sortes de connaissances nécessaires à la capacité de mener concrètement des politiques, et le moyen de faire rayonner ces connaissances en développant différentes communautés et réseaux. Les systèmes d'informations viennent en soutien à l'animation d'une communauté physique qui peut mener les échanges réguliers dans le cadre d'ateliers par exemple. Les outils de réseaux sociaux peuvent être mobilisés mais dans un cadre hybride où la communauté n'est pas uniquement virtuelle, mais se réunit aussi de façon physique. (BRODHAG et GBOSSOU, 2011)

L'ambition du PIE est de servir d'instrument pour le transfert de ces connaissances produites par les acteurs des différentes communautés. La formalisation des connaissances tacites en connaissances explicites s'appuie sur la capitalisation de retours d'expériences de projets réalisés. Cette mise en visibilité des actions effectuées permet de susciter l'émergence de communautés de travail. Le couplage de ces logiques met le PIE au cœur de réseaux de diffusion tout en renforçant l'ensemble de son système d'information. Inversement, le système d'information renforce la capacité du PIE à l'information et multiplie les possibilités de construction de réseaux de pratique (JAY et ALAMEDA, 2011)

Les connaissances traditionnelles, pratiques et académiques sont liées à chacun des ces niveaux. L'objectif du PIE est de pouvoir enrichir les problématiques scientifiques par les connaissances et l'expérience des communautés traditionnelles et de pratique, et inversement d'enrichir ces communautés par des approches scientifiquement fondées. Cette vision intégrée avec les communautés rend nécessaire une territorialisation, le PIE se doit d'appartenir à une région et un pays. Ainsi, le pôle est un outil dynamique au service de la circulation de connaissances, une organisation permettant de les faire circuler les entre différentes communautés qui joueront un rôle actif dans le développement de réseaux d'innovation dans leur zone d'influence. Dans cet objectif le Pôle intégré d'excellence (PIE), est d'"excellence" pour marquer la nécessité du meilleur niveau et "intégré" pour marquer cette vision systémique d'intégration des différentes capacités et compétences. Le tableau suivant définit les liens entre les fonctions du PIE aux connaissances à diffuser.

| | |
|--|--|
| Recherche et développement | Connaissances explicites autour de projets |
| Appartenance et animation de réseaux scientifiques | Insertion dans des réseaux où la connaissance est non contextualisée |
| Formation initiale | Transmission de connaissances explicites à des publics sans expérience et à faible connaissance initiale |
| Formation continue et professionnelle | Transmission de connaissances explicites à des publics disposant déjà d'expérience c'est-à-dire de connaissances tacites et explicites |
| Participation et réalisation de projets | Capitalisation de connaissances pratiques |

| | |
|---|--|
| | tacites, génération de connaissances explicites pour les niveaux terrain |
| Observation et évaluation de projets et politiques énergétiques | Génération de connaissances explicites pour les niveaux de gouvernance |
| Veille et intelligence économique | Identification de connaissances explicites, et indirectement de connaissances tacites |
| Diffusion des connaissances | Formalisation des connaissances explicites pour différentes cibles et diffusion |
| Animation de réseau professionnel | Circulation des connaissances tacites et implicites, évaluation par le terrain de connaissances explicites |
| Expertise et conseil aux décideurs | Formalisation des connaissances explicites pour le niveau gouvernance |

Tableau : Les différentes activités du PIE et leur relation à la connaissance (BRODHAG et GBOSSOU, 2011)

Ces dix fonctions à la fois théoriques et pratiques se déploient suivant la figure suivante.

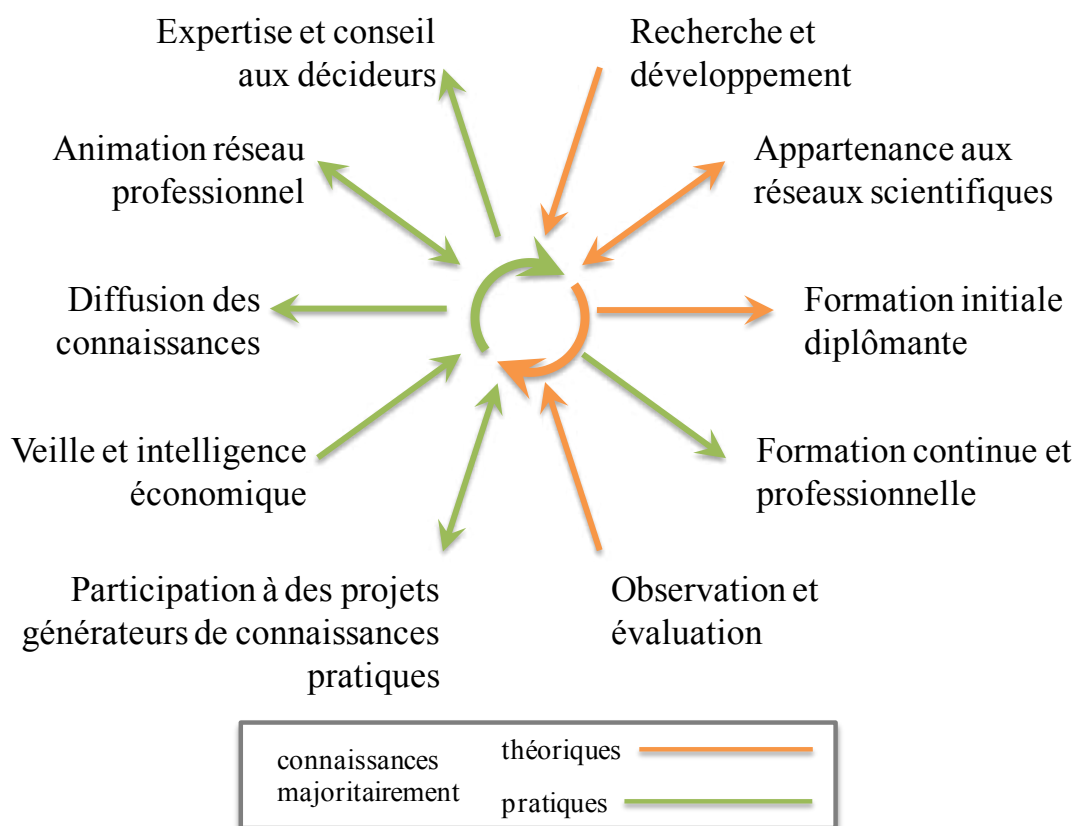


Figure 22 : Les fonctions d'un PIE (BRODHAG et GBOSSOU, 2011)

C'est dans cette logique que le PIE mêle des activités de recherche et de formation qui mobilisent des connaissances théoriques développées dans le monde universitaire, ou des écoles d'ingénieur, et des activités de terrain au cours desquelles des connaissances pratiques sont acquises au sein de milieux professionnels et d'acteurs de terrain.

6.4- Les Capacités à renforcer

Les capacités à renforcer au sein des pôles intégrés s'appuient sur des connaissances et compétences précises. Il doit donc y avoir dans le pays et/ou la région des laboratoires de recherche, des organismes de formation (initiale ou continue), des experts et professionnels qui produisent et font circuler les connaissances nécessaires à ces compétences. La synergie et la cohérence entre les capacités, doit s'appuyer sur des interactions entre ces différentes communautés qui portent chacune des connaissances spécialisées.

Dans le cadre du projet pilote de PIE énergie il a été identifié six capacités qui devraient être maîtrisées par les pays (GBOSSOU, BRODHAG et BONFILS, 2010).

6.4.1- Participer aux décisions internationales

Il s'agit notamment de :

- développer la compréhension des enjeux des négociations multilatérales
- développer la coordination entre les secteurs (différentes administrations) et avec les parties prenantes en vue de la présence internationale
- améliorer la capacité de formulation de projets dans les cadres logiques des différentes organisations internationales

6.4.2- Elaborer des stratégies et la mise en œuvre des politiques énergétiques

Cette capacité consiste à :

- élaborer et mettre en application des législations et des réglementations,
- planifier des investissements et infrastructures,
- concevoir une gouvernance multi-acteurs,
- développer des compétences en administration et gestion,
- recueillir des données statistiques nécessaires,

6.4.3 - Développer des projets énergétiques à bas carbone

Le but ici sera de :

- mener des projets expérimentaux, les évaluer et les capitaliser,
- élaborer des référentiels pour le mécanisme de développement propre, et les porter au sein des Autorités Nationales Désignées (AND)
- rechercher des financements (par exemple compensation carbone volontaire dans la phase expérimentale, puis vente d'Unités de réduction Kyoto)
- développer des projets pour financement internationaux.

6.4.4 - Gérer les relations avec les secteurs économiques

Elle s'articule autour des aspects suivants :

- délégation de services publics,
- formation des autorités de régulation,
- évaluation de la performance des services publics,
- développement de la capacité de normalisation, de certification et de contrôle technique.

6.4.5- Gérer des technologies

Il s'agit de :

- l'expérimentation technique,
- l'évaluation,
- la mobilisation des politiques de recherche,
- l'intégration dans les réseaux scientifiques internationaux,
- la participation aux réseaux technologiques et aux initiatives internationales dans le domaine des technologies (PNUE, ONUDI...)

6.4.6- Evaluer de la durabilité des politiques et projets énergétiques

Cette capacité porte à la fois sur les domaines environnemental et social et concerne :

- les études d'impact environnemental,
- l'évaluation environnementale stratégique, l'impact social par des études de sociologie et d'ethnologie de l'énergie....

Toutes ces capacités impliquent la mobilisation de différentes disciplines, des échanges entre différents acteurs privés et public, des échanges d'information et de connaissances pratiques et théoriques.

PARTIE III

ANALYSE STRATEGIQUE DU JEU DES ACTEURS DE LA FILIERE SOLAIRE EN AFRIQUE DE L'OUEST

La partie trois (3) a pour but d'expliciter notre démarche méthodologique pour comprendre le jeu des acteurs de la filière « énergie solaire » dans trois Etats d'Afrique de l'Ouest.

Après avoir justifié le choix de cette filière, des Pays dans lesquels les enquêtes ont été menées, nous exposerons progressivement les étapes successives qui ont conduit notre démarche dans la mise en place d'un pôle intégré pour l'énergie solaire en Afrique de l'Ouest (voir schéma suivant)

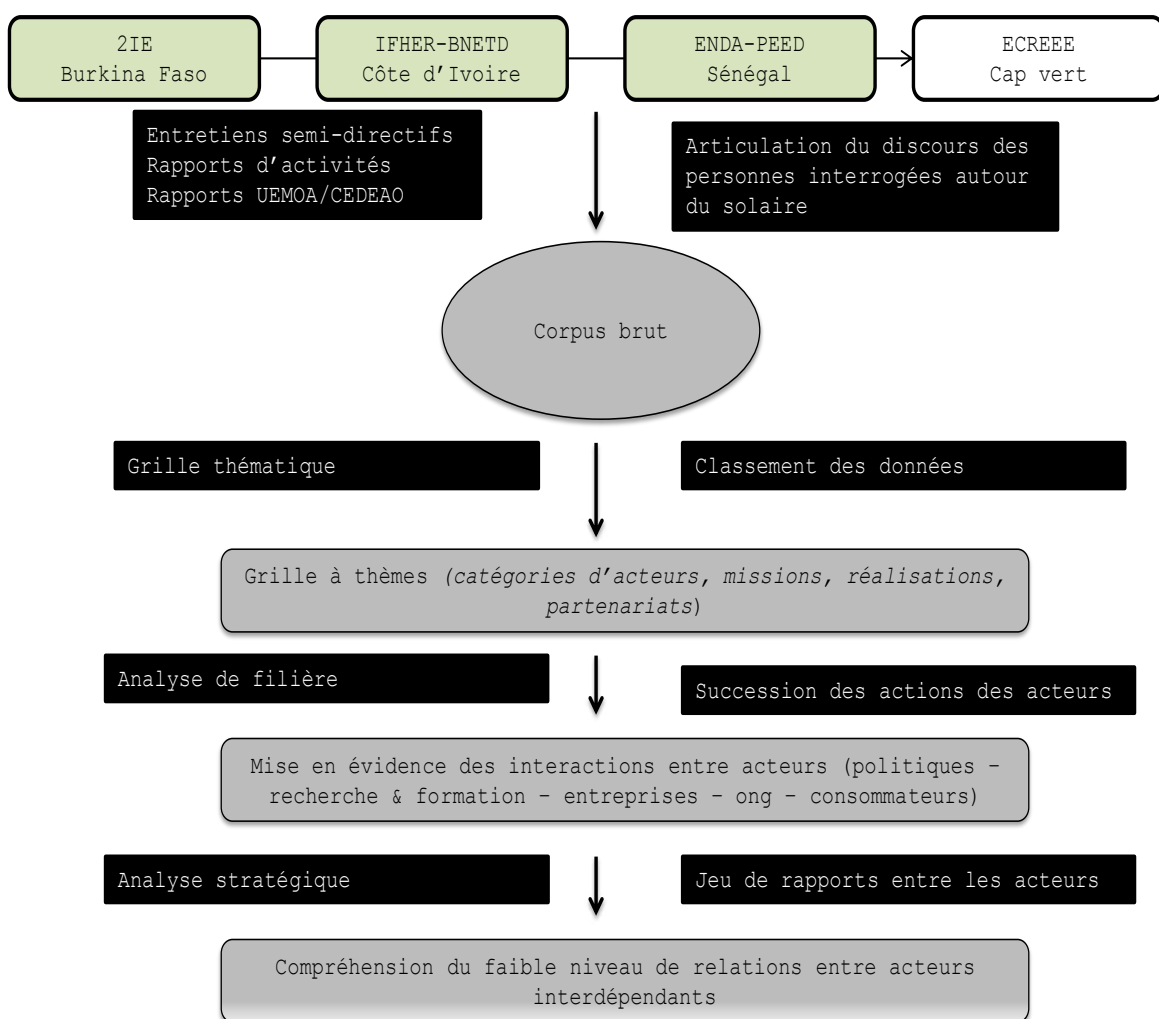


Figure 23 : Méthodologie d'analyse du jeu des acteurs de la filière solaire en Afrique de l'Ouest

I- Enquêtes de terrain

1.1- Choix de la filière « énergie solaire »

Le choix de l'énergie solaire se justifie à la fois par les enjeux que représente son développement et sa disponibilité en Afrique de l'Ouest. Le chapitre premier a en effet montré l'importance et la disponibilité toute l'année de cette ressource sur l'ensemble des pays de la région. Les enjeux du développement de cette filière spécifique sont nombreux : L'amélioration de l'accès à l'énergie, la lutte contre la déforestation, la réduction de la facture liée à l'achat du pétrole de plus en plus cher ; le développement économique et social des populations rurales isolées.

1.2- Choix des territoires

L'idée de Pôle intégré d'excellence (PIE) est née en juin 2008, lors du colloque organisé conjointement par l'Institut de l'énergie et de l'environnement de la francophonie (OIF/IEPF) et Agence universitaire de la Francophonie (AUF) « *Défis énergétiques et environnementaux : Solutions pour un développement durable* » qui s'est tenu du 1^{er} au 3 juin 2008 à Québec à l'occasion du 20^{ème} anniversaire de l'IEPF et de la réunion du Conseil d'Orientation de l'IEPF (IEPF/AUF, 2008).

Ce projet de pôle intégré est issu d'une réflexion sur l'efficacité des activités de renforcement de capacités menées par l'IEPF et les problématiques de leur évaluation car en effet, le bilan des politiques classiques de renforcement de capacités dans les pays du Sud révèlent plusieurs handicaps, notamment lié au manque de soutien pérenne, à la faible taille des opérations très souvent isolées n'atteignant pas un seuil critique et l'absence de synergies entre les différents acteurs. L'approche PIE vise à résoudre ces questions en identifiant les capacités nécessaires, les compétences qui leur sont liées et les structures les mieux à même de les porter.

Il a été décidé de la conduite d'un projet expérimental PIE énergie en Afrique de l'Ouest, avec 3 partenaires choisis du fait de leur rayonnement et activités dans le domaine et ayant répondu à une consultation de l'IEPF :

- ENDA-TM, Environnement et développement du tiers monde, Dakar, **Sénégal**

- Fondation 2IE, Institut International de l'eau et de l'environnement, Ouagadougou, **Burkina Faso** ; IFHER/BNETD,
- Institut de formation de la haute expertise et de recherche, Abidjan, **Côte d'Ivoire**

Le tableau suivant montre le flux solaire, la proportion du solaire dans le mix énergétique et les niveaux d'électrification (urbain et rural) dans les trois pays étudiés.

| | Flux solaire (kwh/m /j) | Electrification | |
|-------------------|----------------------------|-----------------|-------|
| | | Urbain | Rural |
| Burkina Faso | 5,5 | 17% | 12% |
| Côte d'Ivoire | 5 | 60% | 15% |
| Sénégal | 5,8 | 40% | 14% |
| Moyenne CEDEAO | 5,5 | 30% | 12% |

Tableau 16: Flux solaire, et taux d'électrification au Burkina Faso, Côte d'Ivoire et Sénégal ; UEMOA (2008) / CEDEAO (2006)

II- Méthodologie

Le but et l'objet de notre enquête étant de comprendre les interactions entre les acteurs de la filière nous avons utilisé des méthodes d'analyses qualitatives.

2.1- Constitution du corpus brut

Les enquêtes de terrain ont été menées dans le cadre de plusieurs missions successives effectuées dans les trois Etats (Burkina Faso, Côte d'Ivoire et Sénégal) abritant les trois institutions partenaires identifiées.

Une quatrième mission a par la suite été conduite à l'ECREEE, (centre des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique de la CEDEAO) basé à Praia, Cap vert, afin de conforter les résultats des trois missions précédentes.

| | |
|----------------|---------------|
| 2IE | Burkina Faso |
| IFHER / BNETD | Côte d'Ivoire |
| ENDA-tm / PEED | Sénégal |
| ECREEE | Cap Vert |

Tableau 17 : Institutions et pays enquêtés

Le schéma suivant synthétise le déroulement des missions successives.

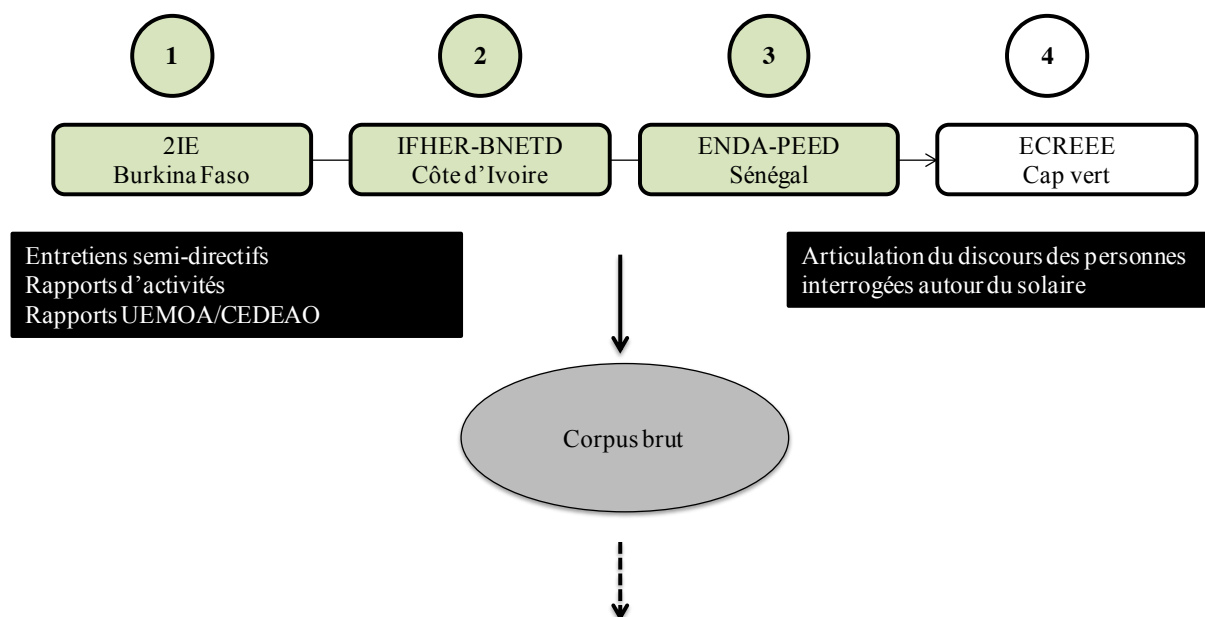


Figure 24 : Schéma de constitution du corpus brut à partir des enquêtes de terrains

Les missions ont consisté en des entretiens semi-directifs avec des responsables des institutions identifiées et à la collecte de documents (rapports d'activités, études).

2.1.1- Entretiens semi-directifs

L'entretien semi directif est une technique d'enquête qualitative. Le guide d'entretien qui sert de base à ce type d'entretien (voir en annexe) comporte des thèmes précis permettant de baliser les réponses des personnes interrogées, sans pour autant enfermer leur discours dans un cadre fermé mais en lui laissant toute latitude de développer son opinion. Sa forme (face à face), facilitant une réelle interaction entre interviewer et interviewé, permet de recueillir des positionnements sur des faits mais aussi des valeurs et des comportements.

Notre guide d'entretien a été conçu sur la base de notre problématique, notre question de recherche et de nos hypothèses : Malgré une crise énergétique structurelle combinée aux effets déjà visibles du réchauffement climatique en Afrique de l'Ouest, on constate que les sources d'énergies renouvelables abondantes sont très peu sollicitées.

Plusieurs catégories d'acteurs travaillent pourtant à la promotion de l'énergie solaire. Comment faut-il procéder pour développer la filière de l'énergie solaire ? - En créant des synergies entre les acteurs afin de mieux diffuser les connaissances et renforcer leurs capacités.

Le guide d'entretien est structuré en plusieurs parties :

- Les informations concernant la personne interviewée
- La situation énergétique (diagnostic global) dans le pays
- L'état des lieux spécifique de la filière « énergie solaire »
- Le concept de PIEE

Le déroulement de l'entretien se fait chaque fois après l'exposé du sujet (énergie solaire en Afrique de l'Ouest) et du contexte (projet pilote PIEE).

Dans chacun des trois pays, et pour chaque catégorie d'acteurs, deux individus ont été interrogés (soit 30 personnes au total) sélectionnées principalement sur la base de leur appartenance au « réseau » de nos institutions partenaires (2IE/ IFHER / ENDA).

Ces personnes ont validé par retour les résultats des matrices d'influences.

Les entretiens réalisés au Cap Vert (qui ne fait pas partie de notre terrain d'étude), à l'ECREEE, ont eu pour objectif de confronter et de conforter les réponses obtenues dans les trois pays exclusivement sur l'aspect spécifique des politiques énergétiques (énergie solaire) nationales.

2.1.2- Collecte d'informations

La collecte d'informations en dehors des entretiens semi-directifs durant les missions menées dans les quatre Etats d'Afrique de l'Ouest s'est faite à travers la consultation de documents et sites internet (voir bibliographie)

2.1.3- La composition du corpus brut

Le corpus brut obtenu est ainsi constitué de :

- Résultats des entretiens semi-directifs menés au Burkina Faso, en Cote d'Ivoire, au Sénégal et au Cap vert
- Documents (rapports d'activités, divers documents de travail)
- Contenus de sites internet consultés

2.2- Grille thématique

C'est la première phase de préparation et d'ordonnement des données recueillies et contenues dans le corpus brut ; celle-ci repose sur la construction d'une grille thématique qui consiste en l'établissement d'une grille de thèmes communs à tout le corpus pour permettre un classement des données.

Cette grille thématique est donc établie à partir des entretiens et des informations collectées et sert de base au traitement des données.

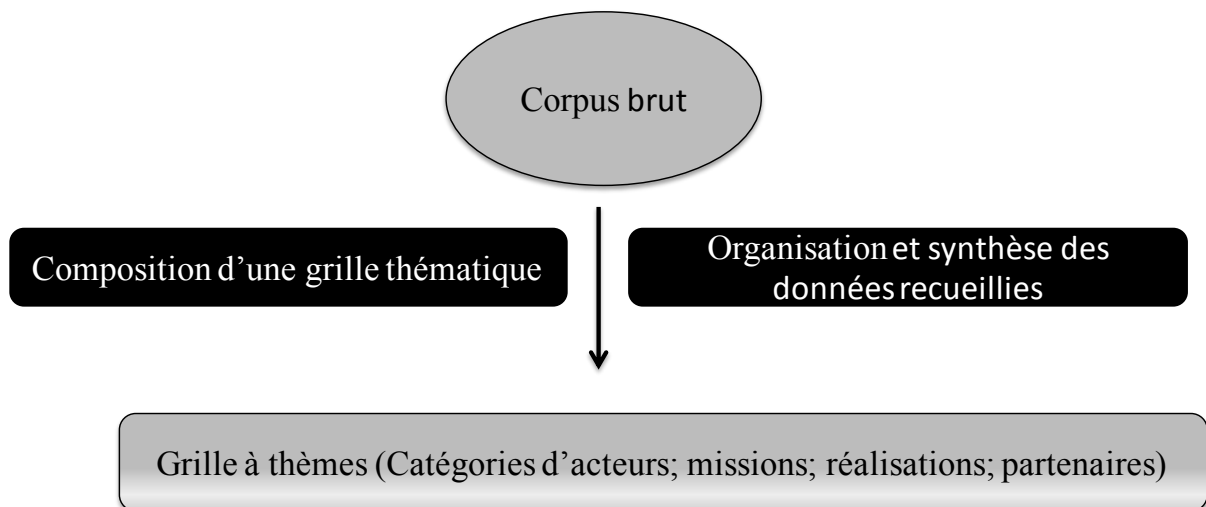


Figure 25: Constitution des grilles à thèmes à partir du corpus brut

La grille enrichit la liste des thématiques prédéfinies car elle intègre le contenu de réponses apportées par les participants aux entretiens directifs. On passe d'une approche centrée sur la cohérence individuelle à une approche transversale centrée sur la cohérence thématique de l'ensemble des données recueillies.

Le tableau suivant représente le résultat de cette première phase. Il s'agit donc d'une grille établie à partir des entretiens semi-directifs et des documents recueillis et montrant pour chaque catégorie d'acteurs, des exemples d'acteurs, leurs missions, les projets réalisés (ou en cours) ainsi que leurs partenaires (nationaux ou internationaux)

| Catégories | Acteurs | Missions | Projets | Partenaires nationaux | Partenaires extérieurs |
|------------------------|----------------|-----------------|----------------|------------------------------|-------------------------------|
| Pouvoirs publics | | | | | |
| Recherche et formation | | | | | |
| Entreprises | | | | | |
| ONG | | | | | |
| Consommateurs | | | | | |

Tableau 18 : modèle de la grille à thèmes

Cet exercice a été effectué pour chacun des trois pays : Burkina Faso, Côte d'Ivoire et Sénégal. Les grilles thématiques par pays sont consignées en annexes

2.3- Analyse de filière

L'analyse de filière est une méthode d'analyse qualitative descriptive.

Cette seconde étape intervient à la suite de l'analyse thématique transversale et consiste à analyser les actions menées par les différents acteurs pour produire, transformer, distribuer et consommer un produit.

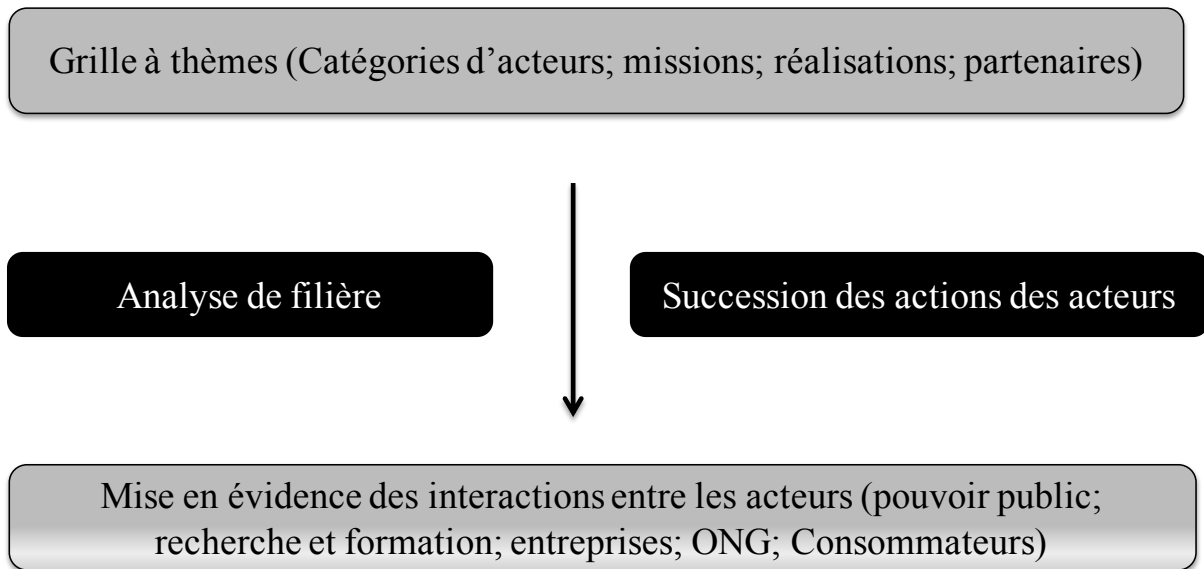


Figure 26 : Méthode de mise en évidence des interactions entre les acteurs à partir des grilles à thèmes

L'intérêt de cette méthode est qu'elle permet de connaître d'une manière approfondie les tenants et les aboutissants de tout l'environnement d'une filière, à travers l'obtention d'information relatives au parcours, à la succession des activités et des produits et / ou des services de la filière solaire dans les trois pays concernés.

L'analyse de filière permet ainsi de mettre en évidence les:

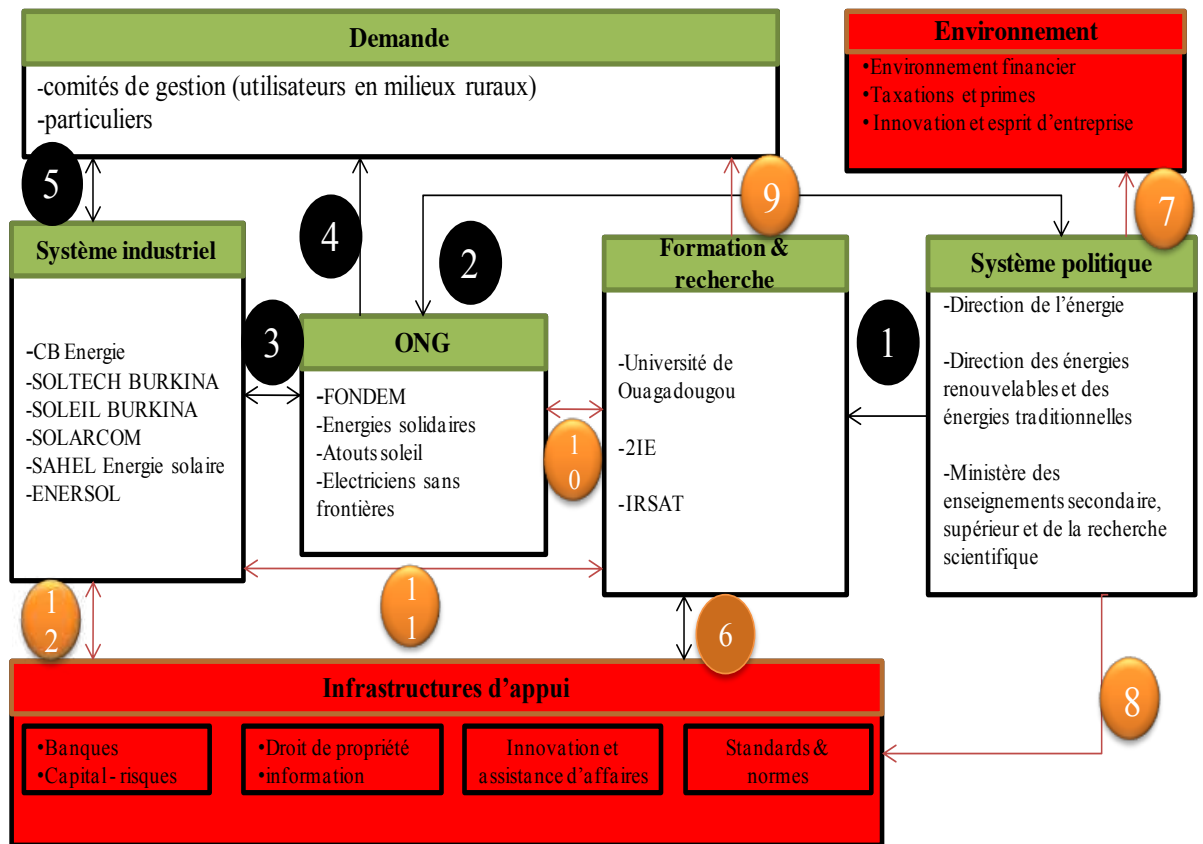
- Acteurs qui interviennent d'une manière directe ou indirecte dans la filière;
- Synergies, les relations de coopération entre les acteurs.

Nous nous sommes appuyés sur le schéma de l'innovation de Kulhmann et Arnold pour étudier la filière de l'énergie solaire dans les trois (3) Etats ;

Ce schéma met en interactions différentes catégories d'acteurs et donc permet de suivre la progression (succession des actions) des activités relatives au développement de la technologie solaire, depuis les décisions des politiques jusqu'aux consommateurs.

En effet, les grilles d'analyse thématique issues du corpus brut nous permettent de percevoir le schéma des interactions entre les différents acteurs de la filière solaire dans les trois Etats.

2.3.1- Au BURKINA FASO



- > Interaction Fonctionnelle
- > Interaction non fonctionnelle

Figure 27 : Interactions entre les acteurs de la filière solaire au Burkina Faso

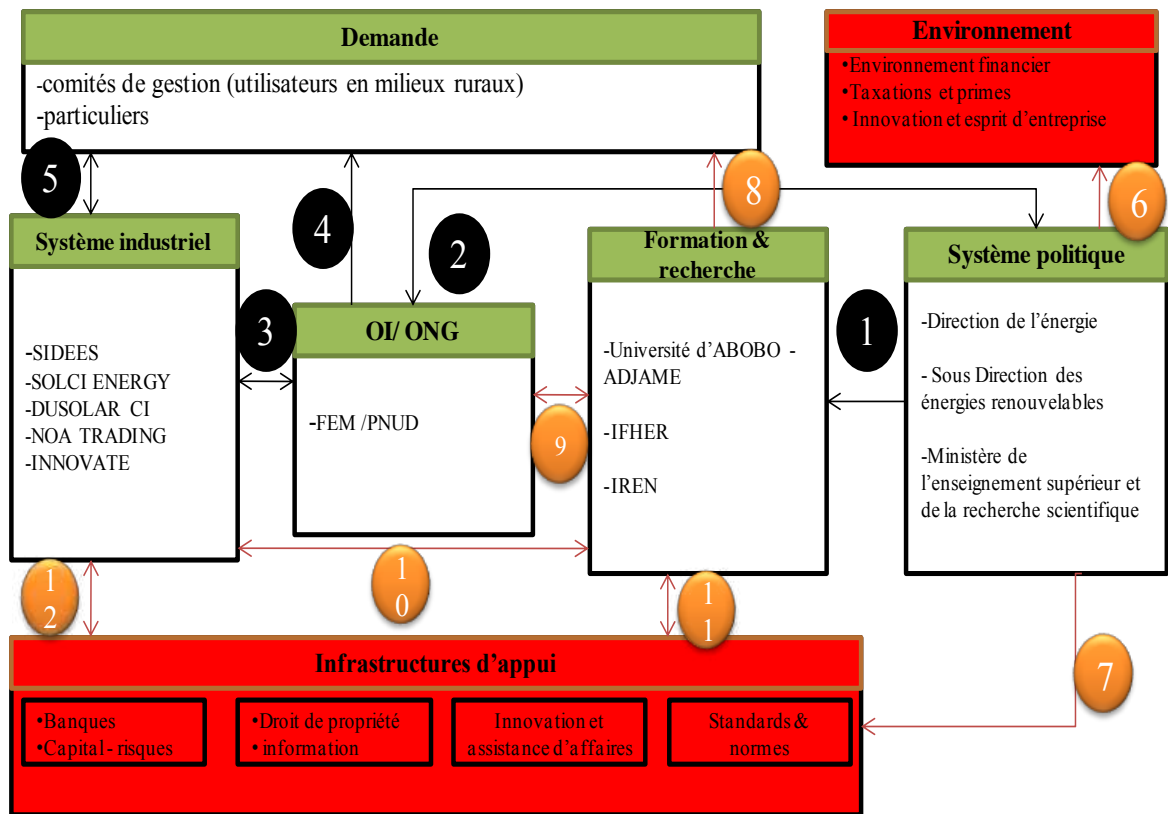
Les infrastructures d'appui ainsi que l'environnement propice à un développement de la filière, notamment les taxes sur le matériel solaire importé n'existent pas ou ne fonctionnent pas. Les interactions entre la recherche et la formation avec les entreprises sont très faibles et inexistantes avec les consommateurs. Les initiatives de développement de projets solaires ont deux origines : l'Etat, en collaboration avec des structures extérieures (coopérations pays) et les ONG surtout internationales.

Le tableau suivant définit les interactions fonctionnelles et celles non fonctionnelles au sein de la filière solaire au Burkina Faso.

| Fonctionnelles |
|--|
| 1- Définition de la politique de recherche et subventions aux instituts de recherche |
| 2-Cofinancement de projets Gouvernement/ONG ou appuis institutionnels aux ONG |
| 3-Partenariats ONG – Entreprises pour l'exécution de projets |
| 4-Projets réalisés par les ONG |
| 5-Installations / maintenance d'équipements chez des particuliers par les entreprises |
| Non fonctionnelles |
| 6- Infrastructures d'appuis à la recherche & formation limitées aux subventions (limitées) |
| 7- Absence d'un environnement spécifique pour le solaire |
| 8- Inexistence d'infrastructures d'appui spécifiques à la filière solaire |
| 9- Les réalisations des acteurs de la formation et la recherche atteignent rarement les utilisateurs |
| 10- Partenariats ONG – Recherche & Formation non développés |
| 11- Partenariats Recherche & Formation – Entreprises existant mais non développés |
| 12- Infrastructures d'appuis aux entreprises non développées |

Tableau 19 : Légende des interactions au sein de la filière solaire au Burkina Faso

2.3.2- En COTE D'IVOIRE



- > Interaction Fonctionnelle
- > Interaction non fonctionnelle

Figure 28 : Interactions entre les acteurs de la filière solaire en Côte d'Ivoire

En Côte d'Ivoire, les infrastructures d'appui ainsi que l'environnement propice à un développement de la filière, notamment les taxes sur le matériel solaire importé n'existent pas ou ne fonctionnent pas. Le pays concentre ses efforts sur les filières d'hydroélectricité et thermique principalement. La recherche développe très peu de relations avec les entreprises et les consommateurs. Les Organisations non gouvernementales locales sont dépourvues de moyens financiers pour initier des projets concrets ; seul le programme Confort minimum du FEM / PNUD est actif dans la filière énergie solaire depuis 1999. Il existe plusieurs petites entreprises qui offrent la possibilité à des particuliers d'accéder à la technologie solaire. Le tableau suivant définit les interactions au sein de la filière solaire en Côte d'Ivoire.

| Fonctionnelles |
|--|
| 1- Définition de la politique de recherche et subventions aux instituts de recherche |
| 2- Appuis institutionnels au FEM / PNUD |
| 3- Partenariats FEM / PNUD - SIDEES pour l'exécution de projets |
| 4- Projets réalisés par le FEM / PNUD |
| 5- Installations / maintenance d'équipements chez des particuliers par les petites entreprises |
| Non fonctionnelles |
| 6- Infrastructures d'appuis à la recherche & formation limitées aux subventions (limitées) |
| 7- Absence d'un environnement spécifique pour le solaire |
| 8- Inexistence d'infrastructures d'appui spécifiques à la filière solaire |
| 9- Les réalisations des acteurs de la formation et la recherche atteignent rarement les utilisateurs |
| 10- Partenariats FEM / PNUD – Recherche & Formation non développés |
| 11- Partenariats Recherche & Formation – Entreprises existant mais non développés |
| 12- Infrastructures d'appuis aux entreprises non développées |

Tableau 20 : Légende des interactions au sein de la filière solaire en Côte d'Ivoire

2.3.3- Au SENEGAL

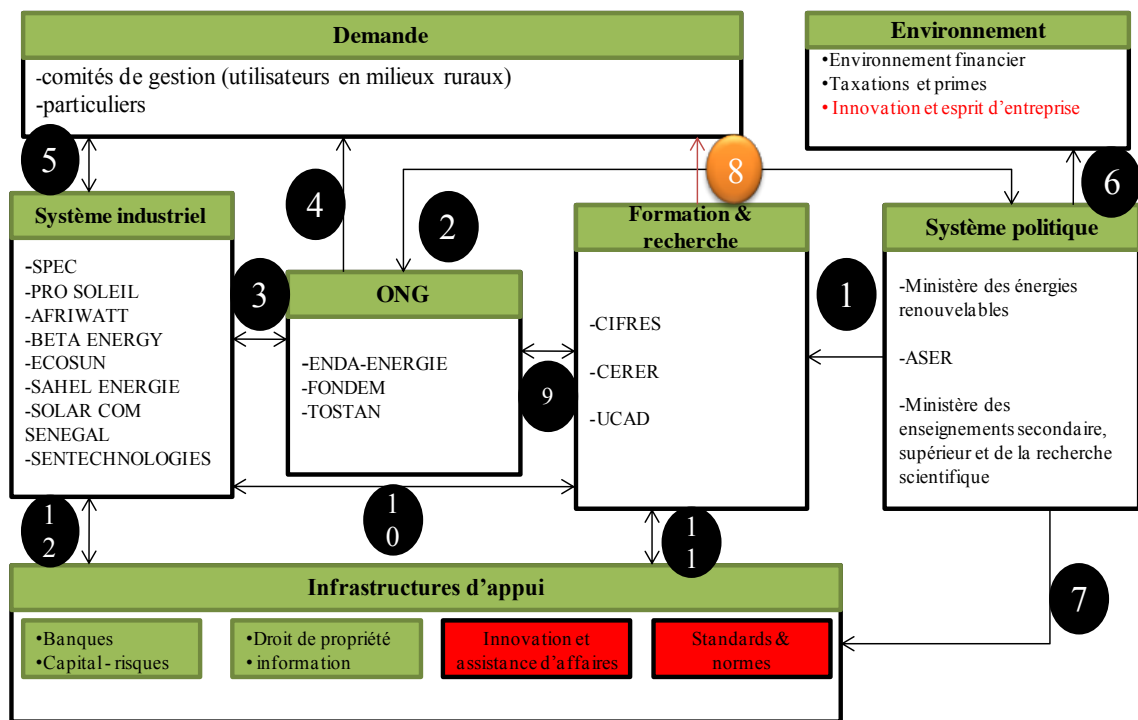


Figure 29 : Interactions entre les acteurs de la filière solaire au Sénégal

L'analyse de la filière solaire au Sénégal révèle des différences avec les deux premiers pays étudiés :

- La création d'un ministère dédié aux énergies renouvelables a dynamisé la filière solaire par la mise en place de mécanismes d'accompagnement notamment la possibilité de crédits.
- des partenariats intéressants entre le centre de recherche des énergies renouvelables et des entreprises favorisent le déploiement de la technologie solaire.
- La récente mise en place de la première unité de production de modules solaires d'Afrique de l'Ouest à Dakar va certainement contribuer à la réduction des coûts des capteurs sur le marché.
- L'ONG internationale ENDA reste active à la fois pour l'appui à des projets de terrain.
- Le fonctionnement du SIE (système d'information énergétique) met à disposition de tous les acteurs de la filière solaire les informations utiles à leurs activités.

Le tableau suivant définit la légende des interactions au sein de la filière solaire au Sénégal.

| Fonctionnelles |
|--|
| 1- Définition de la politique de recherche et subventions aux instituts de recherche |
| 2-Co financement gouvernement - ONG et appui institutionnel aux ONG |
| 3-Existence de partenariats ONG – Entreprises pour l'exécution de projets |
| 4-Projets solaires réalisés les ONG |
| 5-Installations / maintenance d'équipements chez des particuliers par les petites entreprises |
| 6- Existence d'un environnement spécifique propice au développement du solaire |
| 7- Des banques sont impliquées dans un dispositif de soutien au développement solaire |
| 9- Existence de partenariats entre centres de recherche & formation avec les ONG |
| 10- Existence de partenariats entre centre de recherche & formation avec les entreprises |
| 11-Des mécanismes d'appui (SIE) sont à la disposition des centres de recherche et de formation |
| 12- Des banques sont impliquées dans le développement du solaire |
| Non Fonctionnelles |
| 8- Encore peu de projets concrets sont développés par les centres de recherche et de formation auprès des utilisateurs |

Tableau 21 : Légende des interactions au sein de la filière solaire au Sénégal

2.4- Analyse stratégique

L'approche stratégique a été développée par Michel Crozier et Erhard Friedberg pour les organisations dans les années 1960. Selon cette approche, les organisations sont le résultat des actions des individus qui les composent.

Cette dernière étape de notre démarche méthodologique qui fait suite à une analyse descriptive (étude de la filière) est une analyse explicative. L'analyse stratégique nous permet de comprendre les interactions entre les acteurs de la filière solaire dans les trois pays.

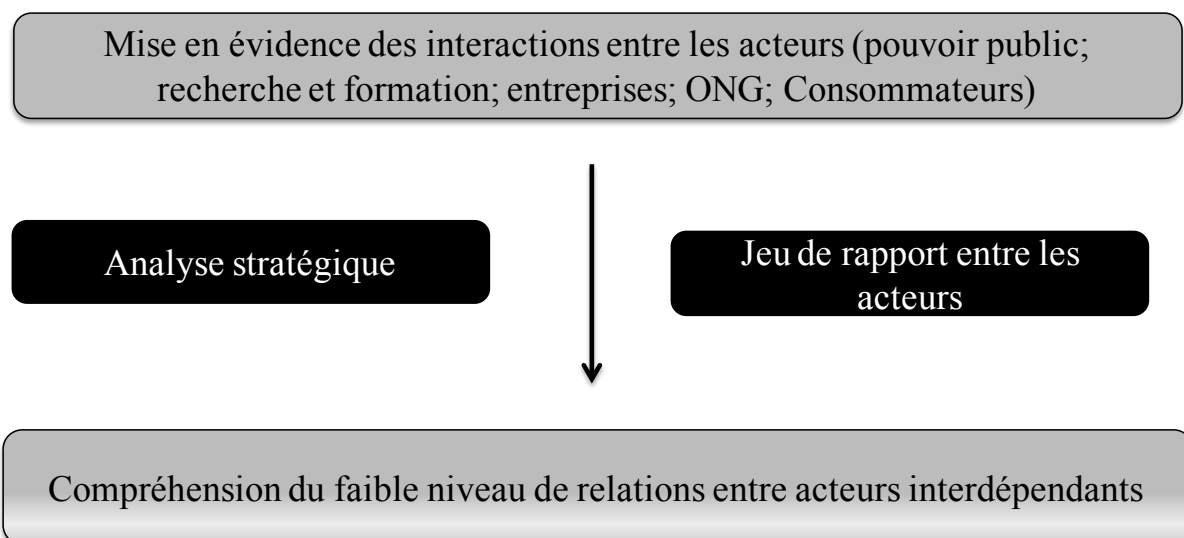


Figure 30 : Méthode d'explication du faible niveau d'interactions en les acteurs de la filière solaire

En partant des interactions existantes entre les acteurs, nous avons mobilisé la l'analyse stratégique du jeu des acteurs à travers notamment l'établissement de matrices d'influences, les enjeux et les acteurs étant connus et identifiés. Il s'agit de tenter de comprendre la structuration (hiérarchisation) des acteurs à travers l'établissement d'un ordre d'importance de leurs rôles dans le système, en utilisant des matrices d'influences directes (Michel Godet) dans laquelle on évalue les influences et les dépendances entre les couples d'acteurs.

Les résultats (matrices d'influence) ont été validés par les acteurs enquêtés. Le remplissage de nos matrices entre acteurs s'est fait suivant trois niveaux :

| Note (A vers B) | Désignation | Explication |
|-----------------|---------------------|---|
| 0 | Absence d'influence | L'acteur B n'est pas ciblé dans les activités et la gestion du projet de l'acteur A |
| 1 | Influence modérée | La réalisation du projet de A dépend en partie de l'implication de B |
| 2 | Grande influence | La réalisation du projet de A dépend de l'implication de B |

Tableau 22 : Légende des matrices d'influence

La lecture du plan d'influence effectuée à partir des matrices permet de faire une typologie des acteurs (ordre d'importance) en fonction de leur influence dans la filière énergie solaire :

- **Les acteurs dominants** ont une nette influence sur les autres acteurs qui les influencent peu ;
- **Les acteurs dominés** subissent une forte influence de la part des autres acteurs sans qu'ils ne les influencent ;
- **Les acteurs relais** (ou intermédiaires) ont une forte influence sur les autres acteurs tout en étant influencés par eux ;
- **Les acteurs autonomes (ou isolés)** sont peu influents et peu influencés.

2.4.1- Au Burkina Faso

| → | Ministère de L'énergie | 2IE | CB énergie | Energies solidaires | Comité de gestion Sanguié | Total I (Y) |
|------------------------|------------------------|-----|------------|---------------------|---------------------------|-------------|
| Ministère de L'énergie | | 1 | 1 | 1 | 0 | 3 |
| 2IE | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CB énergie | 0 | 0 | | 1 | 1 | 2 |
| Energies solidaires | 0 | 0 | 1 | | 2 | 3 |
| Comité de gestion | 0 | 0 | 0 | 1 | | 0 |
| Total D (X) | 0 | 1 | 2 | 3 | 3 | |

Tableau 23 : Matrice d'influences directes entre acteurs de la filière solaire au Burkina Faso

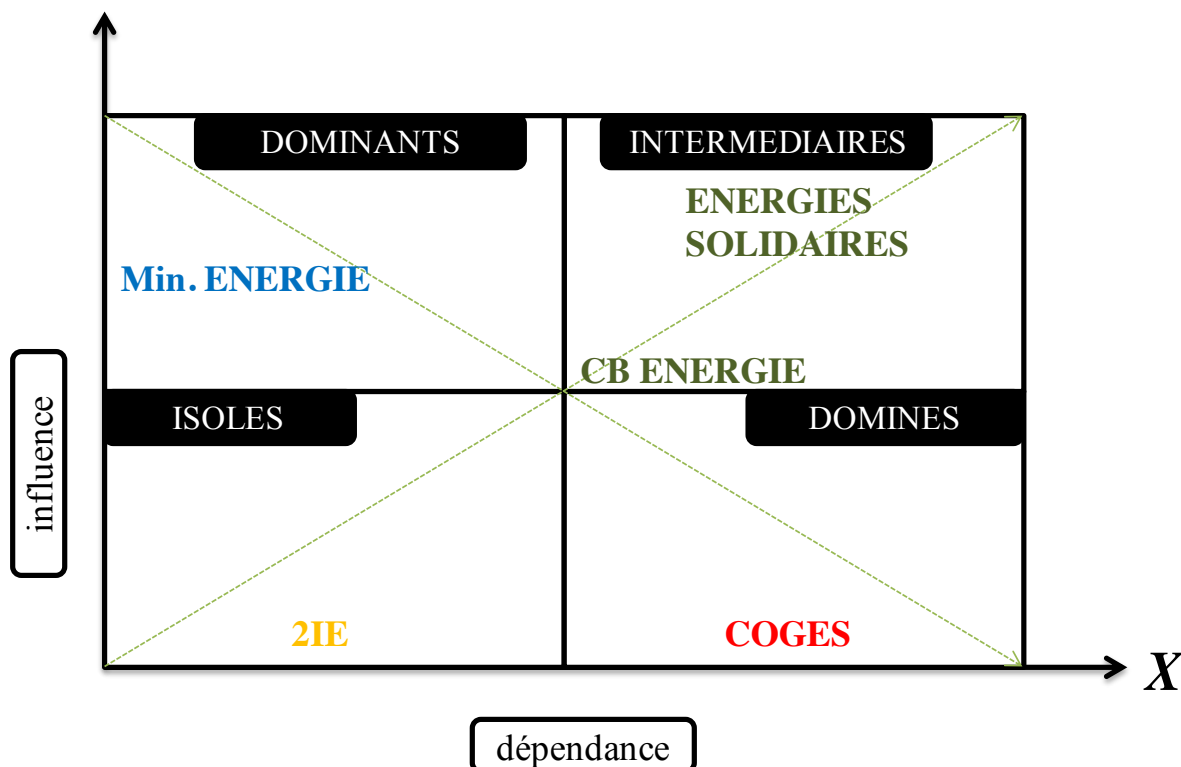


Figure 31 : Lecture du plan d'influence des acteurs de la filière solaire au Burkina Faso

Globalement, les influences entre acteurs de la filière énergie solaire au Burkina Faso sont faibles, traduisant l'absence de véritables synergies.

L'Etat à travers son ministère de l'énergie, des mines et des carrières reste cependant et incontestablement le seul acteur dominant. Il facilite notamment l'exécution de projets d'électrification solaire à travers sa coopération et son appui institutionnel à plusieurs organisations internationales.

Les entreprises et les ONG (surtout internationales) ont une position d'acteurs relais : elles jouent en effet le rôle d'intermédiaires entre l'Etat et les consommateurs, de sorte qu'elles (entreprises et organisations non gouvernementales) sont à la fois influencées par l'Etat et ont aussi une certaine influence notamment sur les consommateurs. La persistance du problème de délestage ainsi que le très faible niveau d'électrification en milieu rural a entraîné l'émergence durant ces dernières décennies de petites entreprises d'installations solaires et d'organisations non gouvernementales internationales.

Les derniers maillons de la chaîne actuelle (pas encore de recyclage du matériel) sont des acteurs dominés qui n'ont aucune influence sur les autres acteurs. Les comités de gestion sont des groupements des bénéficiaires de l'énergie solaire (les ménages) dont le rôle se limite à l'organisation de la maintenance du petit matériel (batteries, ampoules, nettoyage des panneaux).

La formation et la recherche, représentée par le 2IE est un acteur autonome, isolé qui est faiblement influencé par l'Etat (L'Etat du Burkina Faso a un accord de siège avec la fondation 2IE, garantissant ainsi l'indépendance du 2IE vis-à-vis du pays hôte).

Par ailleurs, l'institut 2IE n'a pas non plus d'influence sur les autres acteurs de la filière énergie solaire au Burkina Faso (entreprises, organisations non gouvernementales, consommateurs).

Malgré son positionnement de leader de l'enseignement supérieur de la sous-région du fait de ses nombreux partenariats avec des universités et laboratoires de recherche à travers le monde, son rôle dans la filière se limite à des formations théoriques et à des projets expérimentaux.

2.4.2- En Côte d'Ivoire

| → | Ministère de l'Énergie | IFHER/BNETD | SIDEES | FEM/PNUD | Comité de gestion NINKRO | Total I(Y) |
|------------------------|------------------------|-------------|--------|----------|--------------------------|------------|
| Ministère de l'Énergie | | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| IFHER/BNETD | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SIDEES | 0 | 0 | | 1 | 1 | 2 |
| FEM/PNUD | 0 | 0 | 1 | | 1 | 3 |
| Comité de gestion | 0 | 0 | 1 | 0 | | 1 |
| Total D (X) | 0 | 2 | 3 | 3 | 3 | |

Tableau 24 : Matrice d'influences directes entre acteurs de la filière solaire en Côte d'Ivoire

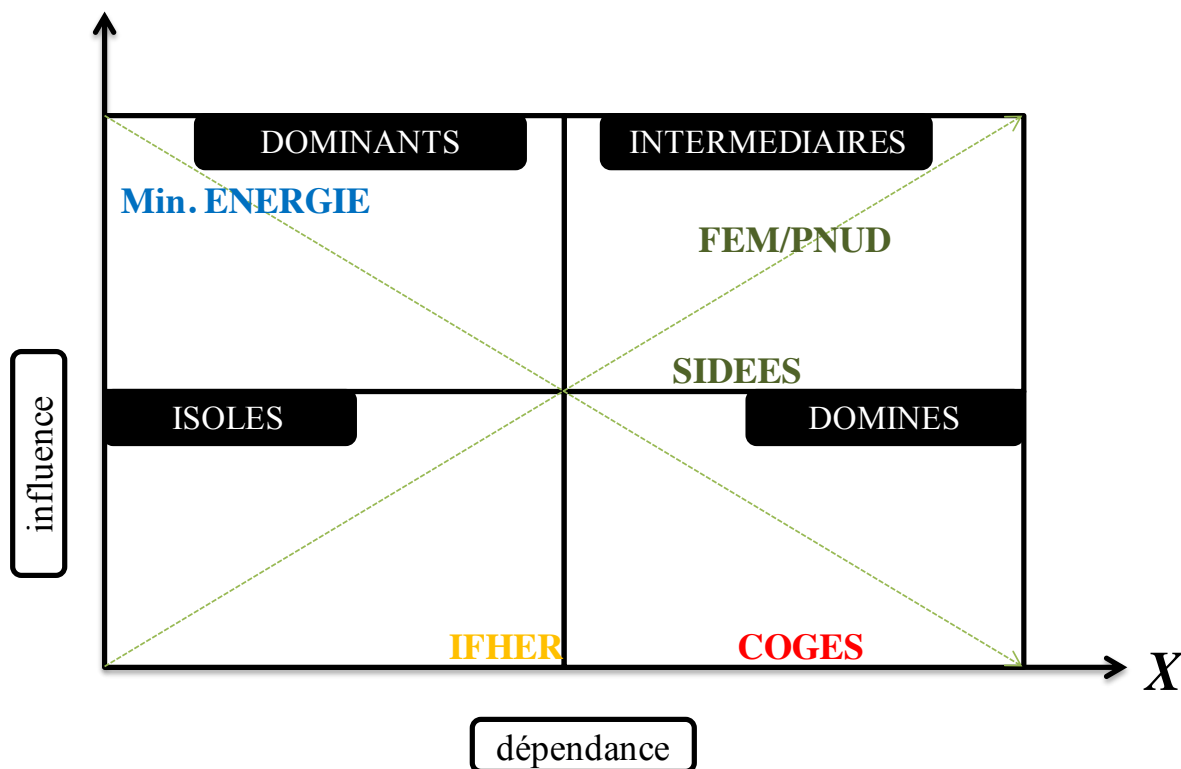


Figure 32 : Lecture du plan d'influence des acteurs de la filière solaire en Côte d'Ivoire

Les derniers projets solaires en Côte d'Ivoire initiés par l'Etat ne sont pas récents : Ils datent des années 2000. Une des explications de ce constat pourrait être le fait que le pays était encore récemment le seul de l'UEMOA à exporter de l'énergie vers quelques un de ses voisins (Ghana, Bénin, Togo), grâce à ses ressources en hydroélectricité et ses ressources en gaz naturel.

Le ministère des mines et de l'énergie reste malgré tout le seul acteur dominant de la filière énergie solaire dans ce pays, quoique n'étant pas le plus actif. En effet, outre les projets de solarisation exécutés dans le pays à l'initiative de l'Etat à travers l'ECCI, (Energie électrique de Côte d'Ivoire) les projets d'électrification solaire du programme de confort minimum du FEM (fonds de l'environnement mondial) du PNUD Côte d'Ivoire ont bénéficié de l'appui de l'Etat à travers le soutien des conseils régionaux.

Ces projets restent les plus visibles de la filière en Côte d'Ivoire.

En effet, Le PNUD FEM de micro financement (confort minimum), dans l'exécution de son programme opérationnel de lutte contre les changements climatiques visant la promotion des

«énergies alternatives au sein des groupes communautaires ruraux et périurbains», a permis à travers un réseau d'ONG (Organisation Non Gouvernementale), d'OCB (Organisations Communautaires de Base) et de Mutuelles de développement, l'électrification au solaire photovoltaïque d'écoles, de logements de personnel soignant ou enseignant, de centres de santé dans les Zones d'Intervention Prioritaire (ZIP) du FEM (Nord, Centre, Sud-est, Sud-ouest) à un rythme moyen de 1 500 Wc /an.

La récente crise politico-militaire a considérablement impacté le secteur de l'énergie dans le pays, de sorte que le phénomène de délestage est devenu récurrent, ce qui a favorisé l'émergence de plusieurs petites entreprises d'installations solaires dans le pays, qui jouent un rôle relais, tout comme les organisations non gouvernementales, entre l'Etat et les consommateurs qui restent des acteurs dominés n'ayant aucune influence sur les autres acteurs.

L'IFHER, institut de formation à la haute expertise et de recherche reste un acteur autonome de la filière solaire : l'institut n'a pas d'influence sur les autres et qui est très peu influencé par eux. Son objectif de valorisation des résultats de la recherche a été mis à mal par la crise que traverse le pays.

2.4.3- Au Sénégal

| → | Ministère des Energies Renouvelables | CERER | SPEC | ENDA/PEED | Comité de gestion Kibassa | Total I (Y) |
|--------------------------------------|--------------------------------------|-------|------|-----------|---------------------------|-------------|
| Ministère des Energies Renouvelables | | 1 | 1 | 1 | 0 | 3 |
| CERER | 1 | | 1 | 1 | 0 | 3 |
| SPEC | 0 | 1 | | 0 | 1 | 2 |
| ENDA/PEED | 1 | 1 | 0 | | 1 | 3 |
| Comité des gestion | 0 | 0 | 0 | 1 | | 1 |
| Total D (X) | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | |

Tableau 25 : Matrice d'influences directes entre acteurs de la filière solaire au Sénégal

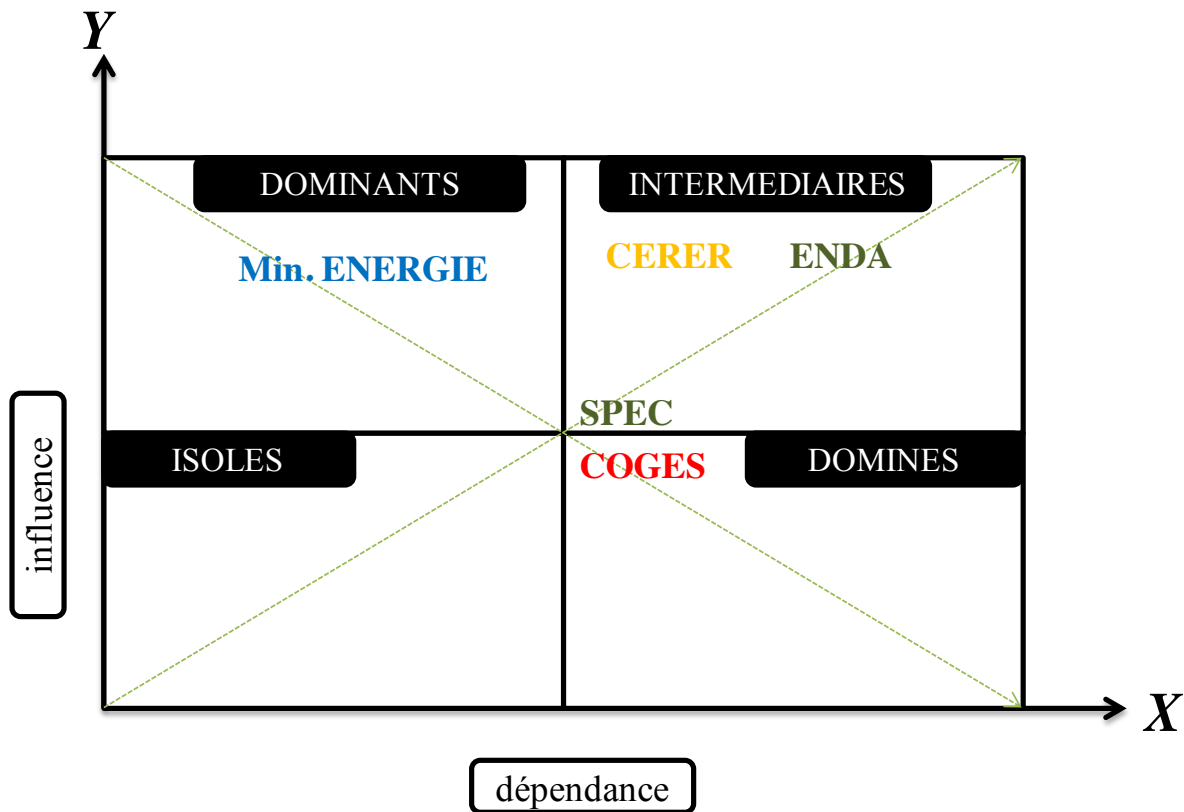


Figure 33 : Plan d'influence des acteurs de la filière solaire au Sénégal

Le Sénégal s'est doté en 2008 d'un ministère des énergies renouvelables qui est l'acteur dominant de la filière énergie solaire dans le pays, qui a facilité l'exécution de plusieurs projets dans le sous-secteur du photovoltaïque avec l'appui de partenaires extérieurs (Union européenne, Japon, Allemagne, Organisations non gouvernementales internationales, Fonds européen de développement, Espagne...). Dans la sous-filière solaire thermique, l'Etat du Sénégal a mis en œuvre un programme de recherche de chauffe-eau solaires avec le CERER, centre de recherche pour les énergies renouvelables.

L'Etat sénégalais s'est engagé dans un programme de développement de l'électrification dans les campagnes par la voie solaire, en impliquant la coopération bilatérale, les centres nationaux de recherche (Centre d'Etudes et de Recherche sur les Energies Renouvelables - CERER, l'Ecole Supérieure Polytechnique de Dakar - ESP) et en mettant en place des instruments juridiques conséquents, en particulier l'exonération de droit fiscal et de droit de douane pour les kits solaires (SYLLA, 2008)

Le ministère de l'énergie et des mines du Sénégal a lancé récemment (juillet 2012) un programme national visant à inciter 15 000 ménages à s'équiper de kits solaires, à travers la signature d'une convention avec la banque de l'habitat du Sénégal, afin de faciliter des crédits spécifiques. Il est prévu la mise en place de systèmes d'agrément pour les potentiels fournisseurs d'équipements, devant justifier d'une expérience certifiée dans la vente et l'installation de kits solaires et être capables d'assurer un service après vente.

Avec les entreprises (SPEC) et l'ONG internationale ENDA, le CERER a un positionnement d'acteur relais entre l'Etat et les consommateurs.

ENDA Energie contribue à l'élaboration de la stratégie nationale de développement des énergies renouvelables et appui des projets d'électrification rurale. L'entreprise SPEC (*Sustainable power electric company*) a mis en place récemment la première unité de fabrication de modules solaires d'Afrique de l'Ouest.

Les consommateurs restent des acteurs dominés qui n'ont pas d'influence sur les autres acteurs.

III- CONCLUSIONS

Globalement, la filière de l'énergie solaire dans les trois Etats (Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Sénégal) est caractérisée par les difficultés financières d'accès à la technologie photovoltaïque, dues au coût du matériel et à l'absence de mécanismes d'accompagnement (subventions, possibilité d'accès à un crédit aux populations rurales sans revenus garantis).

La filière n'est pas nouvelle dans la région (premiers projets solaires dans les années 1980 et création du CRES, centre régional d'énergie solaire en 1978), mais les stratégies de son développement sont toujours en cours de définition, dans le cadre global de développement des énergies renouvelables (Création de la direction des énergies renouvelables en Côte d'Ivoire en 2009 ; Mise en place d'un ministère des énergies renouvelables au Sénégal en 2008).

La plupart des projets solaires réalisés dans ces pays sont soutenus financièrement et/ ou techniquement par des organisations internationales ou de coopération bilatérales ou multilatérales.

La persistance de la crise énergétique dans la région et la prise en compte au niveau mondial de la problématique du réchauffement climatique ont entraîné ces dernières années une multiplication des acteurs (petites entreprises, ONG locales ou internationales, formations, recherches, associations de consommateurs....)

Cependant, la part de cette filière dans la production énergétique globale dans la région reste encore marginale (estimée à environ 0,5%)

L'analyse du jeu des acteurs par l'utilisation des matrices d'influence a révélé le rôle de chaque acteur :

3.1- Les pouvoirs publics, un acteur dominant malgré une volonté faible

Les pouvoirs publics concernés regroupent l'ensemble des structures de l'Etat dont les missions ont un rapport direct ou indirect avec la filière énergie solaire. Il s'agit notamment des ministères de l'énergie qui ont toutes une section en charge de la filière solaire.

Cet acteur joue en principe un rôle majeur à travers l'élaboration de la stratégie au plan national, la mise en place d'un environnement favorable (réduction des taxes...) et d'infrastructures d'appui (mécanismes d'appui, banques, assurances...), la définition de la politique de recherche, l'initiation de projets et programmes de développement de la filière dans le pays.

Au plan régional, un Programme Régional Solaire du CILSS¹⁴ (Comité Inter-Etat de Lutte Contre la Sécheresse au Sahel) financé par l'Union européenne réalise des projets

¹⁴ Le Comité Permanent Inter Etats de lutte contre la Sécheresse dans le Sahel (CILSS) a été créé le 12 septembre 1973 à la suite des grandes sécheresses qui ont frappé le Sahel dans les années 70. Le CILSS regroupe aujourd'hui neuf Etats dont 4 Etats côtiers : (Gambie, Guinée-Bissau, Mauritanie, Sénégal), 4 Etats enclavés : (Burkina Faso ; Mali ; Niger ; Tchad) ; 1 Etat insulaire : (Cap Vert). Le mandat ou l'objectif général qui guide l'action du CILSS est de s'investir dans la recherche de la sécurité alimentaire et dans la lutte contre les effets de la sécheresse et de la désertification, pour un nouvel équilibre écologique au Sahel. C'est de la rencontre entre les préoccupations de la Commission européenne et du CILSS (Comité permanent Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse au Sahel), qu'est né le Programme Régional Solaire (PRS).

d'installation de systèmes photovoltaïques de pompage et d'électrification dans les pays membres, dont le Burkina Faso et le Sénégal.

La matrice d'influence a révélé l'influence de cet acteur (pouvoir public) sur les autres acteurs (recherche et formation à travers la définition de la politique de recherche ainsi que le soutien (faible) financier aux universités et centres de recherche ; entreprises à travers une politique fiscale pas encore incitative ; les organisations non gouvernementales surtout internationales à travers des partenariats pour l'exécution de projets de terrain ; les consommateurs).

A l'inverse le pouvoir public est très peu influencé par ces mêmes autres acteurs.

3.2- Les entreprises et les organisations non gouvernementales, des acteurs relais

De très petites entreprises dont le rôle se limite à l'installation d'équipements solaires ont émergé en Afrique de l'Ouest ces dernières années, à la faveur de la persistance de délestages. Certaines de ces entreprises fabriquent du matériel solaire, notamment thermique (cuiseurs, lampes). La mise en place de la première usine de fabrication de modules solaires au Sénégal est une initiative sans précédent dans la région Afrique de l'Ouest et peut constituer un atout pour dynamiser l'intérêt pour cette filière.

Plusieurs organisations non gouvernementales ont aussi émergé récemment en Afrique de l'Ouest à cause de la prise en compte au plan mondial de la problématique du changement climatique et sont actives surtout dans le secteur de l'électrification rurale. (Fondem, Ader, Electriciens sans frontières...)

Ces entreprises et organisations de la société civile dont les actions (projets, installations) ont une incidence directe sur les consommateurs sont influencées par le pouvoir public à travers les taxes, la politique fiscale mais aussi la politique de développement de la filière solaire des Etats.

Au Sénégal, la forte collaboration entre le CERER, centre de recherche pour les énergies renouvelables et les entreprises en fait un acteur intermédiaire.

3.3- Les consommateurs, des acteurs dominés

Les consommateurs de la filière solaire ne sont pas véritablement regroupés en association. Il s'agit surtout de comités villageois qui gèrent la maintenance du matériel en restant en contact avec les entreprises installatrices ou les organisations non gouvernementales.

En milieu urbain, il n'existe pas encore d'association de consommateur de sorte qu'il y'a une absence de pouvoir de pression sur les autres acteurs notamment le pouvoir public.

La filière n'est pas régulée et la possibilité de vendre son surplus d'énergie électrique produite par le solaire, aux compagnies d'exploitation n'existe pas encore en Afrique de l'Ouest.

3.4- La recherche et la formation, des acteurs isolés

La région, à travers sa communauté économique (CEAO) a mis en place dès 1978 le CRES, centre régional pour l'énergie solaire, qui avait pour missions la formation d'énergéticiens, la recherche et développement pour la conception et la diffusion de systèmes énergétiques solaires.

Le CRES a par ailleurs aidé les Etats membres à élaborer, de 1983 à 1986 leurs programmes nationaux d'équipements en énergies renouvelables. Le CRES a cessé de fonctionner quelques années seulement après sa mise en place à cause d'absence de financement.

Les résultats des centres et les instituts de formation et de recherche ainsi que les universités d'Afrique de l'ouest sont fortement influencés par des moyens insuffisants que leur procure les pouvoirs publics qui ne considèrent pas encore la filière solaire comme une filière stratégique dans leur politique énergétique.

Leurs résultats se limitent à des formations théoriques, des prototypes et des expérimentations généralement non diffusées.

C'est le cas notamment de l'Institut 2IE, qui malgré son appartenance à de nombreux réseaux n'a pas encore atteint le stade de valorisation de ses résultats de la recherche à l'échelle nationale encore moins régionale du fait de l'absence de synchronisation entre les politiques énergétiques nationales ou régionales et la recherche.

Cet acteur stratégique est donc en général à l'écart de la filière malgré des résultats utiles.

Le schéma suivant synthétise la position et les rôles de chaque acteur dans la filière solaire en Afrique de l'Ouest.

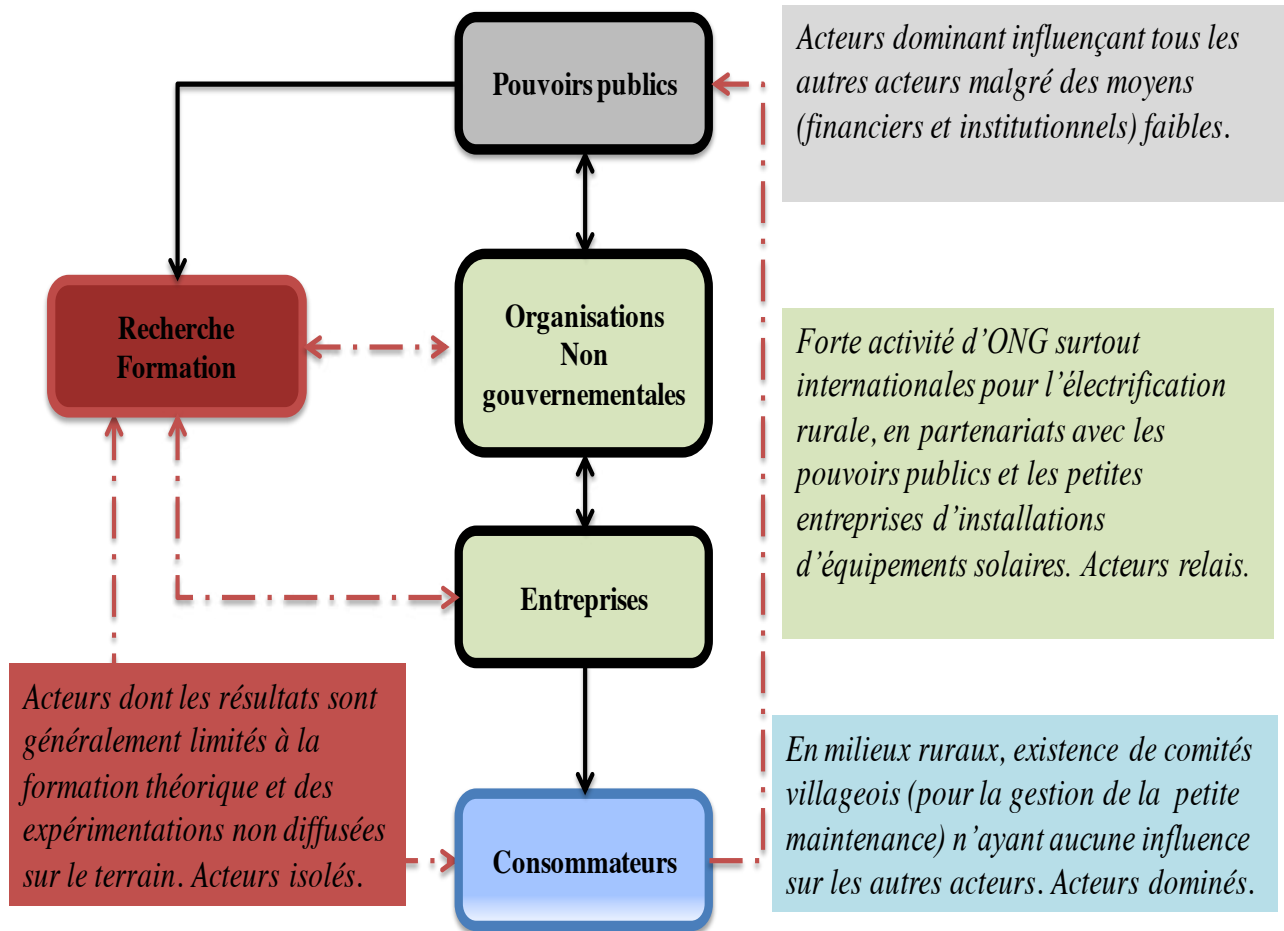


Figure 34: Synthèse des interactions entre les acteurs de la filière solaire

PARTIE IV

CONSTRUCTION D'UN POLE INTEGRE POUR L'ENERGIE SOLAIRE EN AFRIQUE DE L'OUEST

La partie quatre (4) a pour but de construire, sur la base des caractéristiques identifiées de la filière solaire en Afrique de l'Ouest un pôle intégré pour cette même filière.

L'analyse du jeu des acteurs a révélé une faiblesse de synergies entre les différents acteurs de la filière, notamment l'isolement de la recherche et la formation et les objectifs visés par ce pôle intégré pour la filière solaire sont i) d'une part d'inciter à la mise en place d'un véritable écosystème d'acteurs (pouvoirs publics, recherche et formation, entreprises, organisations de la société civile et consommateurs) par le développement des interactions entre l'ensemble des acteurs et ii) d'autre part de faire circuler entre ces acteurs à la fois les connaissances produites et les capacités renforcées lors de l'exécution de projets.

Pour se faire, en partant des limites du système actuel, nous mobiliserons à la fois la théorie de l'acteur-réseau ou sociologie de la traduction et celle de l'acteur stratégique.

La première théorie (traduction) nous permettra de questionner à la fois les moyens de traduction pour chaque catégorie d'acteur suivant son appartenance à une rationalité spécifique et la prise en compte des non humains (outils , discours) dans le processus de construction d'un réseau hybride que représente la plateforme regroupant l'ensemble de ces acteurs.

La seconde théorie (acteur stratégique) nous aidera à concevoir l'écosystème comme un système d'action concret, au sein duquel les acteurs coordonnent leurs actions par des mécanismes stables, en développant des stratégies particulières, qui les structurent dans un ensemble de relations régulières, soumises aux contraintes changeantes de l'environnement.

Le pôle intégré organise cet écosystème et permet la circulation entre les acteurs de leurs propres produits (connaissances et capacités).

I- Diagnostic de la filière solaire en Afrique de l'Ouest

1.1- Objectifs (politiques) mal définis

Les objectifs spécifiques de la filière solaire en Afrique de l'Ouest restent mal définis, tant à l'échelle des Etats que de la région, traduisant l'absence de vision claire et de stratégie, même si la volonté de développement est acquise à travers les récentes initiatives.

En effet, à l'échelle régionale, l'IRED (Initiative régionale pour l'énergie durable) et l'ECREEE (Centre des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique de la CEDEAO) ont affiché des objectifs généraux non spécifiques à la filière solaire.

L'IRED se fixe pour objectif « une augmentation de la proportion d'énergies renouvelables et durables dans le parc de production d'électricité : cette proportion passerait de 36% (contient la part d'hydroélectricité) en 2007 à 82% en 2030 ». Cet objectif ne précise pas la contribution que pourrait apporter la filière solaire.

De même, l'objectif de l'ECREEE reste général et ne précise pas la contribution pour la filière spécifique de l'énergie solaire : « *Contribuer au développement économique, social, et environnemental de l'Afrique de l'Ouest à travers l'amélioration de l'accès aux services énergétiques, modernes, fiables et abordables, la sécurité énergétique et la réduction des émissions de gaz à effet de serre liées à l'énergie et l'impact du changement climatique sur le système énergétique. Cet objectif sera atteint à travers la promotion des marchés régionaux pour les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique. L'objectif spécifique de l'ECREEE est de créer des conditions d'encadrement favorables et un environnement approprié pour les marchés des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique, à travers les activités d'appui pour réduire les barrières existantes* » (ECREEE, 2011)

1.2- Limites des actions

Le schéma synthétique de la filière de l'énergie solaire en Afrique de l'Ouest (chapitre 3) évalue la qualité des interactions entre les différentes catégories d'acteurs, en identifiant les limites de leurs actions respectives.

La figure suivante, qui reprend le schéma de la filière dans sa forme, insiste sur les limites des actions des acteurs de la filière solaire en Afrique de l'Ouest.

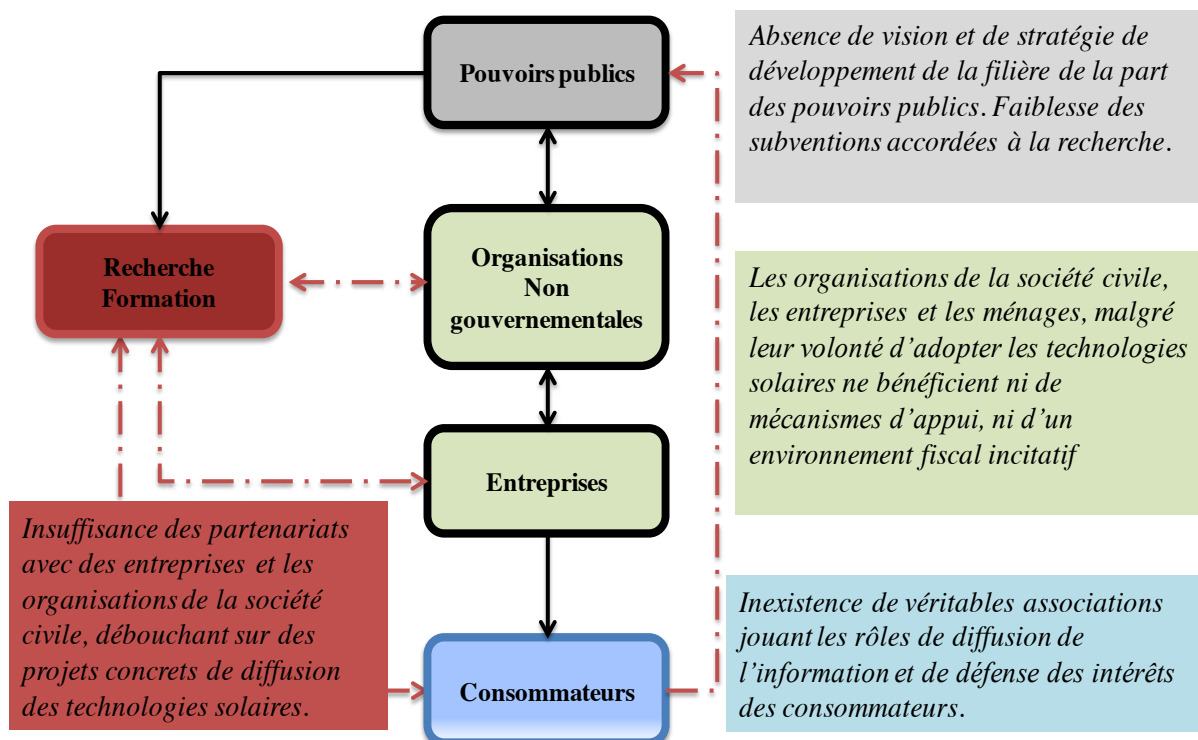


Figure 35 : Insuffisance des interactions dans la filière solaire en Afrique de l'Ouest

Le tableau suivant répertorie les limites des actions des acteurs de la filière solaire en Afrique de l'Ouest.

| Acteurs | Limites des actions |
|------------------------------------|---|
| Pouvoir public | Absence de vision et de stratégie : cadre réglementaire et institutionnel non construit |
| Recherche Formation | Insuffisance de moyens humains, techniques et financiers ; Résultats non intégrés dans des projets de terrain |
| Organisations de la société civile | moyens financiers limités |
| Entreprises | Politique fiscale non incitative Cadre juridique non incitatif |
| Consommateurs | Absence de lobbying auprès des décideurs |

Tableau 26 : Insuffisance des actions dans la filière solaire en Afrique de l'Ouest ; Enquêtes de terrain (Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Sénégal, 2010 – 2011)

1.3- Cloisonnement des projets

1.3.1- Analyse du cadre logique (ACL)

La quasi-totalité des agences et institutions de développement ont adopté l'analyse du cadre logique comme outil de base de leur méthodologie d'intervention pour plusieurs raisons :

Selon l'UE (2002), les termes « approche du cadre logique » ou « analyse du cadre logique » se réfèrent à la fois aux phases d'analyse et de planification.

L'ACL est une technique permettant aux parties prenantes d'identifier et d'analyser les problèmes, puis de définir les objectifs à atteindre ainsi que les activités à entreprendre à cet effet. Elle sert aux planificateurs à tester la conception d'une ébauche de projets pour s'assurer de sa pertinence, de sa faisabilité et de sa viabilité. La matrice du cadre logique est l'aboutissement de L'ACL. En plus de son utilité dans la préparation des programmes et des projets, l'ACL constitue aussi un outil de gestion pour la mise en œuvre et l'évaluation. Elle sous-tend la préparation des programmes d'action et la mise en place d'un système de suivi durant la mise en œuvre, et offre un cadre d'évaluation (YODA, 2004).

1.3.2- Matrice du Cadre logique

La matrice (tableau ci-dessous) du cadre logique comporte plusieurs éléments : la hiérarchie des objectifs visés par le projet ; les facteurs externes influençant le succès du projet ; la méthode de suivi et d'évaluation du projet.

| Hiérarchie des objectifs | Indicateurs | Vérification | Hypothèses |
|---|--|---|--|
| Objectifs globaux : Contribution du projet aux objectifs d'une politique ou d'un programme | Comment les objectifs globaux sont mesurés en matière quantitativement, qualitativement et en matière de délai | Comment l'information est collectée, quand et par qui ? | |
| Objectifs Spécifiques : Avantages directs destinés aux groupes cibles | Comment les objectifs spécifiques sont mesurés en matière quantitativement, qualitativement et en matière de délai | idem | Si l'objectif spécifique est atteint, quelles hypothèses doivent confirmées pour atteindre l'objectif global |
| Résultats : Produits ou Services tangibles apportés par le projet | Comment les résultats sont mesurés en matière quantitativement, qualitativement et en matière de délai | idem | Si les résultats sont obtenus, quelles hypothèses doivent être confirmées pour atteindre l'objectif spécifique ? |
| Activités | | | Si les activités ont été effectuées, quelles hypothèses doivent être confirmées pour obtenir les résultats ? |

Tableau 27 : Matrice de cadre logique ; YODA, 2004

1.3.3- Cloisonnement des acteurs

La plupart des projets réalisés par chacun des catégories d'acteurs (Pouvoir politique ; entreprises privées ; ONG ; Recherche) le sont suivant la méthodologie de l'ACL ou des méthodologies similaires. La figure suivante montre le cloisonnement des acteurs à travers les séparations existantes entre leurs projets (approches en silo) et l'inexistence d'une structure fédératrice ayant pour but de mutualiser l'ensemble des connaissances et des capacités produites lors de la mise en œuvre des différentes initiatives.

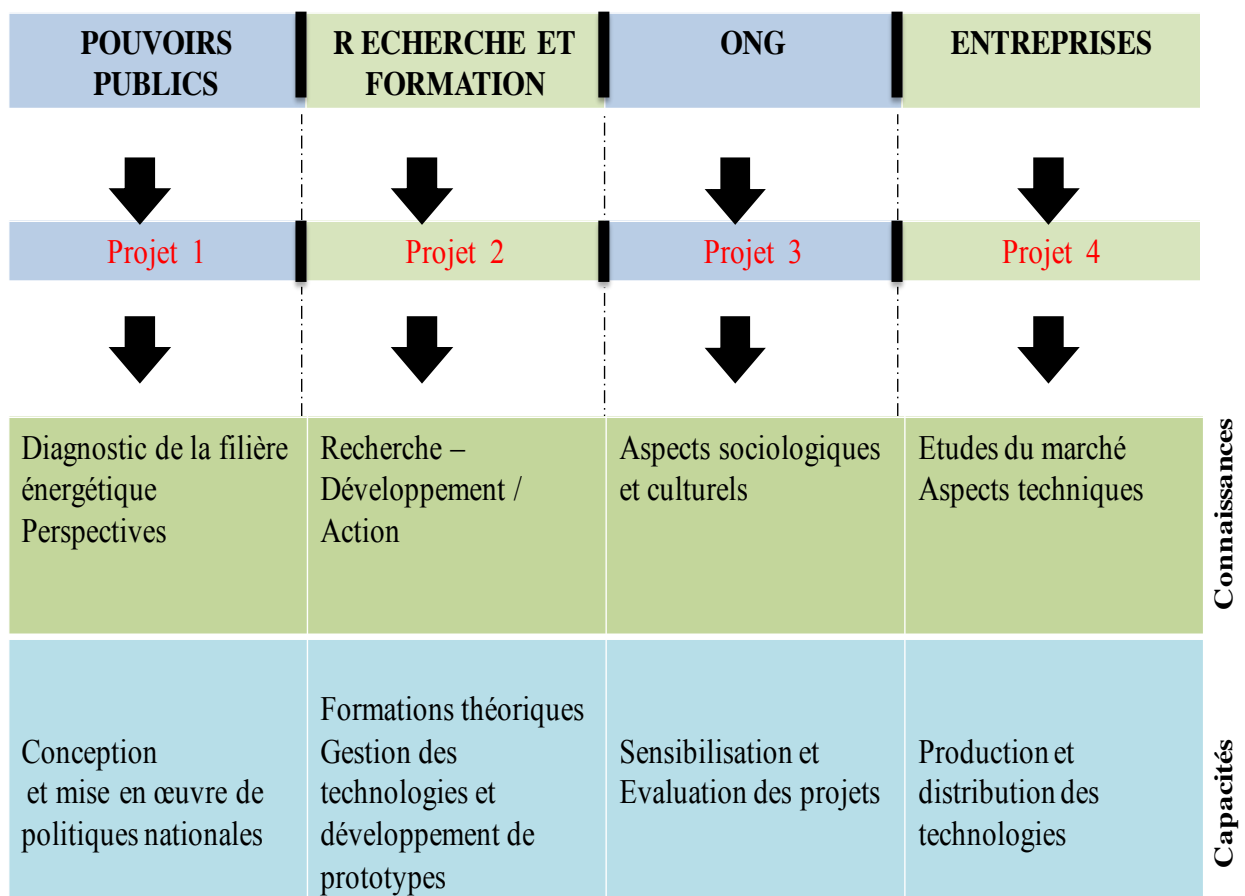


Figure 36 : Cloisonnement des acteurs, des projets et de leurs produits

II- Construction du réseau d'acteurs

2.1- Objectifs

L'absence de circulation des informations relatives aux connaissances produites et aux capacités renforcées entre promoteurs des initiatives est une des limites que veut dépasser le Pôle intégré.

Le schéma suivant montre le rôle de trait d'union entre projets que veut jouer le Pôle intégré.

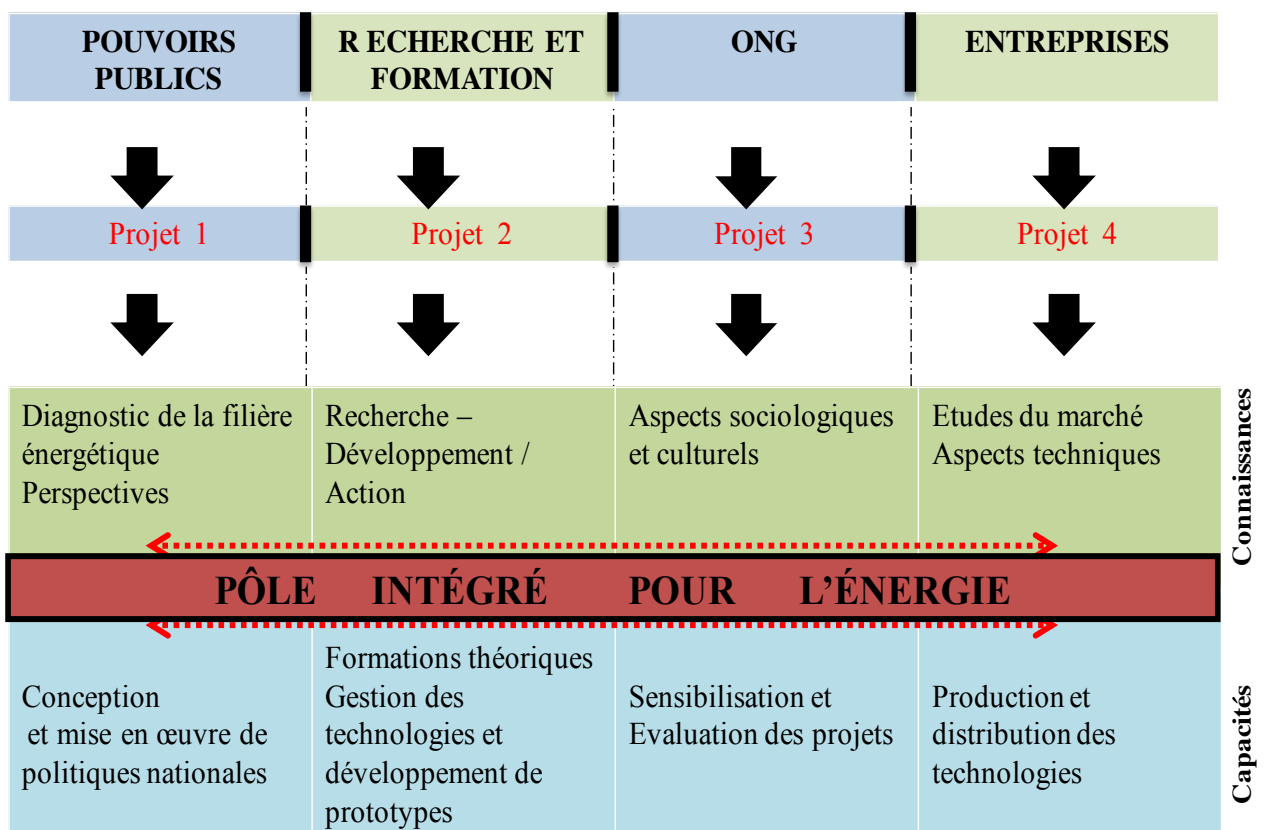


Figure 37 : Pôle intégré, trait d'union entre des projets cloisonnés

Chacun des projets déployés par des structures diverses (Pouvoirs publics; Instituts de recherche ; ONG ; Entreprises privées) produisent des connaissances et renforcent des capacités spécifiques. Ces productions (connaissances et capacités) sont cloisonnées et ne sont pas répertoriées dans le cadre d'une plateforme.

Le pôle intégré pourrait être un trait d'union entre les connaissances produites et les capacités développées lors de ces différents projets de développement de la filière solaire en Afrique de l'Ouest permettant ainsi de décloisonner les logiques des acteurs.

2.1.1- Outils de connexion

Les connaissances produites et les capacités renforcées ont vocation à être diffusées auprès des cibles. Le premier objectif visé par le pôle est de devenir un outil de transfert et de diffusion de ces connaissances produites par les acteurs dans des territoires où l'information circule peu. Ces connaissances à diffuser concernent principalement le niveau de maturité de la technologie solaire ainsi que l'ensemble des enjeux (politiques, environnementaux, socioéconomiques, énergétiques), spécifiques à chaque territoire.

La circulation des connaissances entre les catégories d'acteurs identifiées peut se faire en partie via des outils numériques web 2.0 dont les principales caractéristiques sont qu'elles confèrent plus de simplicité (il n'est pas nécessaire de posséder de grandes connaissances techniques ni informatiques pour les utilisateurs) et beaucoup d'interactivité (Les utilisateurs peuvent échanger entre eux), de sorte que les internautes contribuent à l'échange et à la diffusion d'informations. Mais ces outils ne peuvent se substituer totalement aux échanges de savoirs tacites et d'expérience.

Les acteurs peuvent ainsi interagir de façon simple, à la fois avec le contenu et la structure des pages, mais aussi entre eux, créant des synergies entre eux.

Plus généralement, les systèmes d'informations contribuent à la circulation des connaissances. En effet, un système d'information est un ensemble organisé de ressources (matériels, logiciels, personnel, données et procédures) qui permet de collecter, regrouper, classifier, traiter et diffuser de l'information sur un environnement donné (DE COURCY, 1992). Les récentes nouvelles technologies de l'information et de communication ont contribué à la dynamisation et à l'efficacité des systèmes d'informations : la combinaison de moyens informatiques, électroniques et de télécommunication aide à faciliter la plupart des procédures des acteurs. La structuration des systèmes d'information devrait permettre de préciser la crédibilité (légitimité et fiabilité) des informations tout en gardant la trace de leur processus d'élaboration.

2.1.2- Connaissances produites

La plupart des projets solaires représentent des opportunités de production et de diffusion de nouvelles connaissances pour les différents acteurs de la filière. Cet apport aux capacités est en général identifié dans les cadres logiques des projets qui permettent d'acquérir de nouvelles connaissances sociologiques, techniques et financières notamment avec la mise en place des équipements solaires, la gestion des ressources et le montage de projets.

Le tableau suivant est une synthèse de connaissances acquises à l'occasion des projets de développement de l'énergie solaire en Afrique de l'Ouest (programme PNUD FEM d'électrification rurale en Côte d'Ivoire (2007) ; Electrification solaire d'infrastructures publiques d'éducation et de santé par l'ONG « *Energies solidaires* » au Burkina Faso (2010); projet sénégal-allemand d'énergie solaire photovoltaïque (1998)

| Acteur | Connaissances produites |
|-------------------------|---|
| POUVOIRS PUBLICS | Diagnostic sur les aspects politiques, et institutionnels Etat des lieux de la filière Perspectives d'évolution de la filière |
| RECHERCHE /FORMATION | Maîtrise technologique : fonctionnement, procédés Analyses de données Maintenance |
| ENTREPRISES | Etude de marchés (demandes, circuit de distribution) Techniques de production, de distribution et de maintenance de matériels |
| ONG | Résultats d'évaluation Etudes d'impacts Comptes d'exploitations pour les projets financés |
| CONSOMMATEURS | Utilisation du matériel (caractéristiques techniques de l'équipement) Problèmes rencontrés (acceptabilité ; maintenance) |

**Tableau 28 : connaissances acquises lors de la réalisation de projets solaires en Afrique ;
Projets d'électrification rurales en Côte d'Ivoire (PNUD / FEM) au Burkina Faso
(Energies solidaires) et Sénégal (Projet Sénégal-Allemand)**

Les projets de développement solaire déployés dans un pays le sont généralement grâce à l'appui de structures de développement différentes.

2.1.3- Capacités renforcées

Les capacités s'appuient sur les connaissances diffusées par les acteurs (pouvoir public, recherche et formation, entreprises et consommateurs) et se structurent suivant trois niveaux : individuel (compétences) ; organisationnel et institutionnel mais qui ne doivent pas être considérées séparément : elles forment un système de renforcement mutuel.

Le tableau suivant est une synthèse des capacités développées pour chacun des acteurs de la filière solaire en Afrique de l'Ouest lors de la mise en place de projets d'électrification solaire.

| ACTEURS | CAPACITÉS | | |
|---------------------|--|---|--|
| | Individuelles (compétences) | Organisationnelles | Institutionnelles |
| Pouvoir politique | Energéticiens | Politiques énergétiques | Elaboration de stratégies Mise en œuvre de politiques Développement de projets solaires Régulation de la filière Négociation internationale Gestion des relations avec les autres acteurs économiques |
| Recherche Formation | Compétences techniques par filière (photovoltaïque, thermique) | Recherche (fondamentale, action, développement, action) Expérimentations Prototypes de matériels solaires Gestion des technologies | Elaboration de stratégies nationales de recherche |
| Entreprises | Energéticiens Electro techniciens | Production, Distribution Installation et Maintenance d'équipements solaires Management ; gestion | |
| ONG | Sociologues Juristes Energéticiens Divers métiers | Sensibilisation des utilisateurs Evaluation des projets Négociation nationale, régionale et internationale | |
| Utilisateurs | Apprentissage à la maintenance | Contrôle et entretien de certaines composantes | |

Tableau 29: Synthèse des capacités renforcées dans la filière solaire en Afrique de l'Ouest ; Projets d'électrifications rurales en Côte d'Ivoire (PNUD / FEM) au Burkina Faso (Energies solidaires) et Sénégal (Projet Sénégal-Allemand)

2.2- Composition

2.2.1- Le pôle intégré

Le pôle intégré est distinct de l'écosystème. Il représente l'espace cognitif de mutualisation des connaissances produites par l'ensemble des acteurs du réseau.

2.2.2- L'écosystème

L'écosystème représente l'ensemble des acteurs de la filière solaire identifiés sur un territoire donné. Ces acteurs doivent en principe développer entre eux des relations (interactions).

Composantes de l'écosystème.

Le système régional a pour composantes les acteurs identifiés : le pouvoir public, les structures de formation et de la recherche ; les entreprises privées ; les organisations non gouvernementales ; les consommateurs

2.2.2.1- Pouvoirs publics

C'est l'acteur dominant (résultat de l'analyse du jeu des acteurs) de par son influence sur les autres. La définition de la politique et la stratégie de développement de l'énergie solaire, la mise en place de l'environnement financier et des mécanismes d'incitation dans les Etats sont des rôles dévolus au pouvoir public. Il est à la fois acteur de l' « environnement » mais aussi du système d'exécution.

2.2.2.2- Entreprises

Les entreprises représentent par leur maîtrise (ou pas) de la technologie solaire un gage de développement de la filière. En effet, une des raisons de l'échec des projets de vulgarisation de l'énergie solaire reste encore la non maîtrise de la technologie.

2.2.2.3- Organisations de la société civile

Les organisations non gouvernementales locales en Afrique de l'Ouest ont très peu de moyens. Elles sont pour la plupart financées de l'extérieur pour leur fonctionnement.

Les organisations non gouvernementales internationales, pourvues de plus de moyens sont plus actives sur le terrain notamment pour la réalisation de projets d'électrification rurale et de distribution de matériels solaires thermiques (chauffe-eau, cuiseurs solaires).

La sensibilisation des populations à l'intérêt de la technologie solaire, surtout en milieux ruraux face à la déforestation reste une activité importante que les pouvoirs publics ne peuvent assurer seul en Afrique de l'Ouest, faisant des organisations non gouvernementales locales des acteurs relais clé pour le développement de la filière.

2.2.2.4- Recherche & formation

Les structures de la recherche et de formation (grandes écoles, universités, centres et laboratoires de recherche) sont des acteurs indispensables au développement de la filière solaire à travers leurs rôles de transmission de savoirs et de connaissances ainsi que de recherche.

2.2.2.5- Consommateurs

Les consommateurs ou utilisateurs des technologies solaires sont les utilisateurs des technologies solaires. Ils représentent ainsi la cible finale des projets et autres initiatives développées par les autres acteurs. Ils ne sont pas organisés en association.

2.2.2.6- Environnement

Les acteurs évoluent dans contexte spécifique défini par les cadres institutionnel (formel) et informel (socioculturel) dans lequel ils interagissent et déploient leurs activités.

Selon le schéma de l'innovation (KULHMANN et ARNOLD, 2011), l'environnement est défini par *l'Environnement financier, les taxations et primes, l'innovation et l'esprit d'entreprise, la mobilité*. Il s'agit donc de l'ensemble des dispositions financières institutionnelles mises en place par le pouvoir politique afin d'aider au développement d'une filière.

▪ **Cadre légal et réglementaire**

Dans la plupart des Etats d'Afrique de l'Ouest, notamment dans les trois Etats étudiés, il n'existe pas de législation spécifique à la production et à la commercialisation des énergies renouvelables en général.

En Côte d'Ivoire par exemple, l'Etat a le monopole de la distribution et le transport de l'énergie électrique. Cependant, la loi autorise en son article 5 que l'Etat de Côte d'Ivoire à concéder ses attributions en matière de transport et distribution à un organisme à caractère industriel et commercial. C'est ce qui a été fait en 1990 avec la Compagnie Ivoirienne d'Electricité (CIE). Cette loi n'interdisant pas la production individuelle d'énergie électrique, la production d'énergie électrique à partir du solaire photovoltaïque n'est pas interdite ; Cependant, sa distribution doit faire l'objet d'un accord avec l'Etat.

Concernant l'énergie solaire thermique (chauffe-eau solaires) utilisée en général dans les habitats collectifs et l'agriculture (séchoirs solaires), aucune réglementation n'existe actuellement.

Une proposition de réforme du cadre réglementaire a été présentée lors d'un séminaire (juin 2003), par le Ministère d'Etat ministère des Mines et de l'énergie, envisageant la possibilité d'une distribution jusqu'à 60 KVA par des producteurs indépendants, après autorisation de l'Etat.

Au Sénégal par exemple, des outils institutionnels pertinents ont été élaborés: la mise en place du ministère des énergies renouvelables en 2008 ; l'élaboration d'une lettre de politique de développement du secteur de l'énergie signée en février 2008 fixant à 15% la part des énergies renouvelables (sans préciser la part du solaire) dans le bilan énergétique national à l'horizon 2020.

Les limites de ces cadres réglementaires doivent être comblées dans la construction de l'environnement du pôle de l'énergie solaire en Afrique de l'Ouest, à travers l'adoption d'une loi générale sur les énergies renouvelables précisant le rôle de chaque acteur (Etat, privés).

La possibilité de production d'énergie solaire par des acteurs privés étant acquise, c'est surtout la commercialisation du surplus non utilisable à travers la connexion au réseau

conventionnel qui devrait faire l'objet de règles à établir par les pouvoirs publics, suivant le modèle des pays dans lesquels la filière solaire est plus développée.

que le pouvoir public accorderait aux potentiels consommateurs sont des outils à intégrer dans l'environnement du pôle de l'énergie solaire en Afrique de l'Ouest.

- **Cadre socioculturel**

De l'acceptabilité des projets par les utilisateurs, dépend la survie de la filière solaire en Afrique de l'Ouest. Il s'agit donc de prendre en compte les réalités socioculturelles spécifiques des consommateurs dans les projets de développement de la filière solaire en Afrique de l'Ouest. Ces réalités varient en fonction des Etats et des régions et ne sont pas généralisables.

2.2.2.7- Le financement

En fonction du niveau de maturité de la technologie, du niveau de rentabilité et des risques, différents mécanismes de financements doivent être mobilisés, publics ou privés. La capacité identifiée de travail avec les acteurs économiques s'illustrera par la bonne combinaison des outils privés et publics.

Il est donc important d'impliquer les financeurs comme un acteur spécifique du PIE. On peut donc considérer concrètement qu'un projet financé dans une coopération bilatérale ou multilatérale, puisse être évalué et capitalisé par le pôle, afin de permettre après retour d'expérience la diffusion, en combinant l'ensemble des acteurs impliqués dans des projets concrets.

La figure suivante montre les différentes phases d'investissement au sein des technologies d'énergies renouvelables en général.

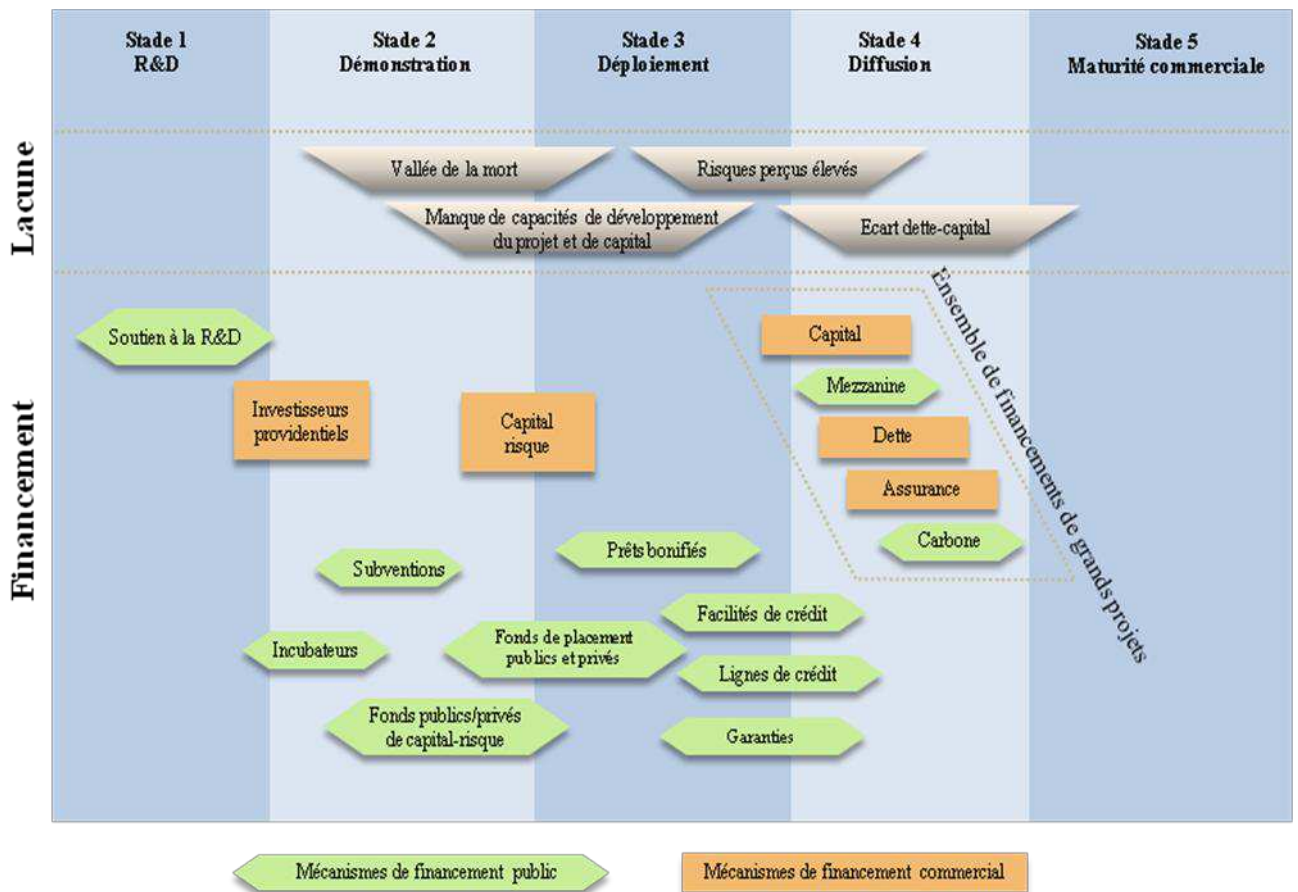


Figure 38 : Phases de développement et d'investissement dans la technologie d'énergie renouvelable; UNEP, 2011

2.2.2.8-Interactions entre les acteurs

Les interactions entre les cinq (5) catégories d'acteurs identifiés s'établissent à travers des projets et des initiatives communes.

La figure suivante montre les types d'interactions pouvant exister entre les différentes composantes de l'écosystème formé par les acteurs de la filière solaire sur un territoire donné.

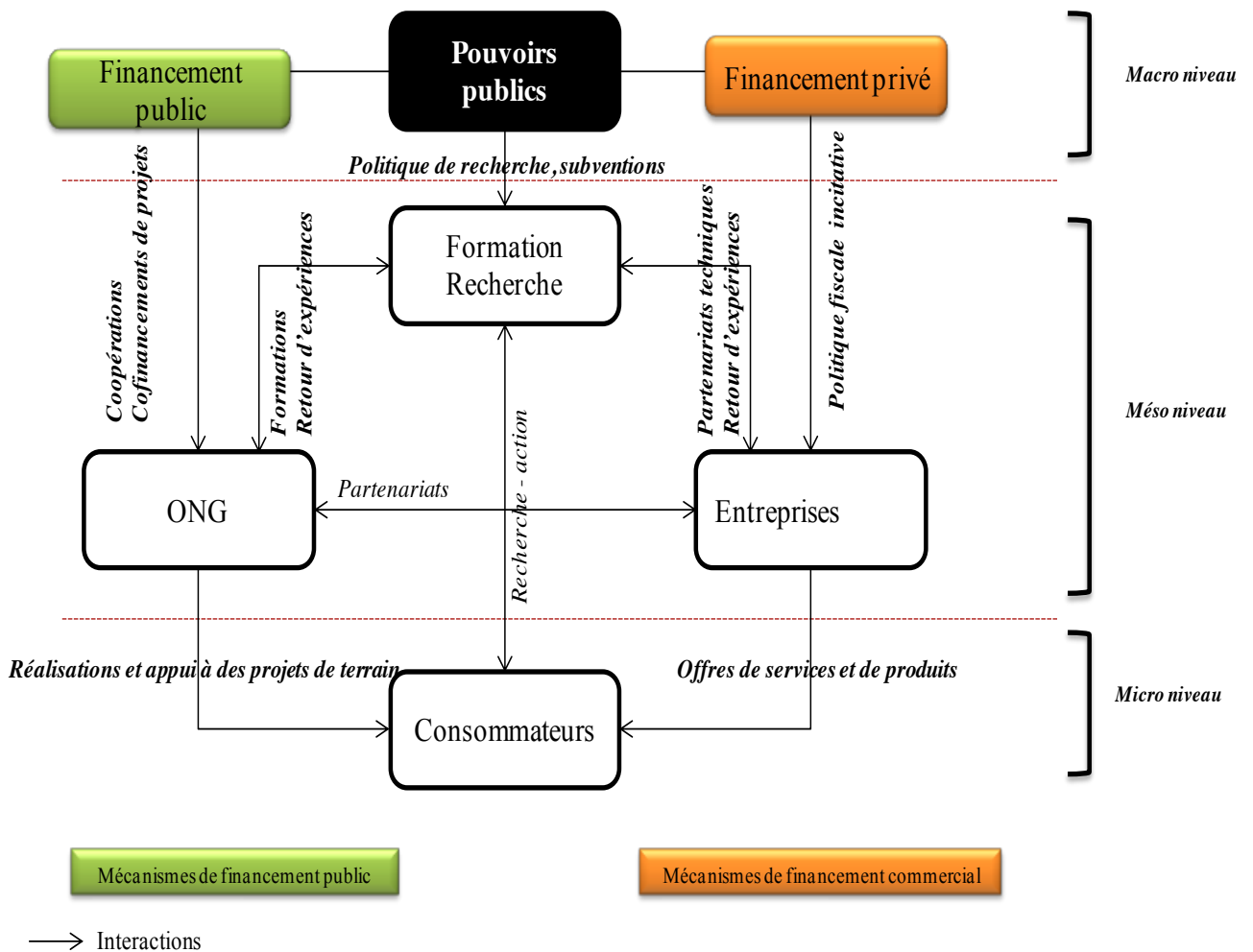


Figure 39 : Ecosystème formé par les acteurs de la filière solaire (niveau national)

III. Fonctionnement

Le fonctionnement global du système formé par le Pôle intégré et l'ensemble des acteurs identifiés s'appuie à la fois sur les théories de l'acteur-réseau et l'acteur stratégique.

3.1 Combinaison des théories de l'acteur réseau et de l'acteur stratégique

Le rapprochement de ces deux théories de sociologie (acteur-réseau et acteur stratégique) se justifie à la fois par leur posture commune de confrontation au terrain ainsi que la question de

l'émergence et de la construction de l'action collective (BRECHET et DESREUMAUX, 2007).

3.1.1- L'ANT (*Actor network theory*)

Nous mobilisons au sein de l'ANT deux éléments majeurs :

D'abord, le concept central de l'ANT, la « traduction » : Les acteurs de l'écosystème sont tous mobilisés au sein du système comme traducteurs, intermédiaires et transportent des connaissances à transformer. Ensuite la notion d' « actants » qui peuvent désigner à la fois les êtres humains ou les non humains (objets, discours) et doivent être considérés avec la même importance selon le principe de symétrie.

3.1.2- ASO (*Analyse stratégique des organisations*)

L'élément central à mobiliser au sein de l'Analyse stratégique des organisations est le système d'action concret qui se définit comme un ajustement permanent que fait un réseau d'acteurs, lui permettant de résoudre des problèmes concrets de la vie de l'organisation.

3.2- Rôle particulier des acteurs de la recherche et de la formation

La formation et la recherche occupent une place particulière dans l'écosystème formé dans le système.

3.2.1- Espace de production et de diffusion de connaissances

Les acteurs (universités, institut de recherche...) ont des missions stratégiques, celles de produire et de diffuser des connaissances, à travers le développement de cycles d'études débouchant sur un diplôme (formation initiale) ou alors sur une qualification à l'exercice d'un métier. Les activités de recherche et développement sont en principe orientées vers des applications concrètes sur le terrain par une valorisation de ses résultats par la mise en place de projets.

Les acteurs de la « recherche et la formation » ont des missions stratégiques, celles de produire et de diffuser des connaissances, à travers le développement de cycles d'études débouchant sur un diplôme (formation initiale) ou alors sur une qualification à l'exercice d'un

métier. Les activités de recherche et développement sont en principe orientées vers des applications concrètes sur le terrain à travers une valorisation de ses résultats par la mise en place de projets.

3.2.2- Plateforme de renforcement de capacités

La recherche et la formation contribuent par ailleurs au renforcement des compétences, des capacités organisationnelles et institutionnelles à travers les connaissances qu’elles produisent et diffusent. La recherche et la formation sont au centre du projet de pôle de développement de la filière solaire en Afrique de l’Ouest à travers la contribution au renforcement de compétences, de capacités organisationnelles et institutionnelles.

Le tableau suivant montre les différents types de capacités que les pôles intégrés pourraient développer et leurs liens avec des disciplines académiques.

| | Capacités | Connaissances | disciplines |
|---|---|---|---|
| 1 | Négociation | Compréhension des enjeux des négociations multilatérales Coordination des administrations nationales Coordination avec les acteurs (économiques, ONG...) Formulation des stratégies dans différents cadres logiques | Science politique Droit |
| 2 | Elaboration de stratégies et mise en œuvre de politiques énergétiques | Recueil des données statistiques nécessaires Planification des investissements et infrastructures Elaboration et mise en application des législations et des réglementations Conception et mise en œuvre d’une gouvernance multi-acteurs | Science politique Droit Management Economie Gestion Systèmes d’information |
| 3 | Gestion des relations avec les secteurs économiques | Délégation de services publics, et autorités de Régulation Evaluation de la performance des services publics | Droit Science politique Sciences de l’ingénieur |

| | | | |
|---|---|---|--|
| | | Développement de la capacité de Normalisation, de certification et de contrôle technique | management |
| 4 | Développement des projets énergétiques susceptibles de recevoir des financements internationaux | Mener des projets expérimentaux, les évaluer et les capitaliser Elaborer des référentiels pour le mécanisme de développement propre Rechercher des financements monter des projets internationaux. | Sciences de l'ingénieur gestion management |
| 5 | Gestion des technologies | Expérimentation technique Evaluation Mobilisation des politiques de recherche Intégration dans les réseaux scientifiques internationaux Participation aux réseaux technologiques et initiatives internationales | Sciences de l'ingénieur Science politique énergétique Environnement |
| 6 | Evaluation de la durabilité des politiques et projets | Etudes d'impact environnemental Evaluation environnementale stratégique Impact social par des études de sociologie et d'ethnologie de l'énergie.... | Environnement Sociologie Science politique |

Tableau 30 : Capacités des PIE et les disciplines liées ; (BRODHAG et GBOSSOU, 2011)

Les premières capacités (1) négociations internationales et (2) élaboration de stratégies, sont peu en relation avec des acteurs qui agissent sur le terrain concret et opérationnel. Les (3) relations avec les secteurs économiques impliquent des acteurs qui ont des activités de terrain. (4) Le développement de projets énergétiques ou (5) la gestion des technologies impliquent directement des activités concrètes et de terrain, et enfin (6) l'évaluation de la durabilité des politiques et des projets est une activité cognitive qui fait remonter les informations de terrain dans le système général de décision. Les premiers niveaux sont dominés par des questions de gouvernance et de politique alors que les niveaux suivants, plus proches du terrain, sont dominés par des questions plus concrètes et matérielles.

3.2.3- Un exemple de Fonctionnement de l'Ecosystème pour la mise en place de projets industriels

Les projets pilotes initiés dans les centres de recherche ont vocation à se transformer en projets industriels. Cette transformation implique l'ensemble des composantes de l'écosystème, à travers des interactions faisant circuler des connaissances et des capacités produites et renforcées.

La figure suivante décrit le fonctionnement de l'écosystème durant la mise en place d'un projet industriel concerté entre les différents acteurs.

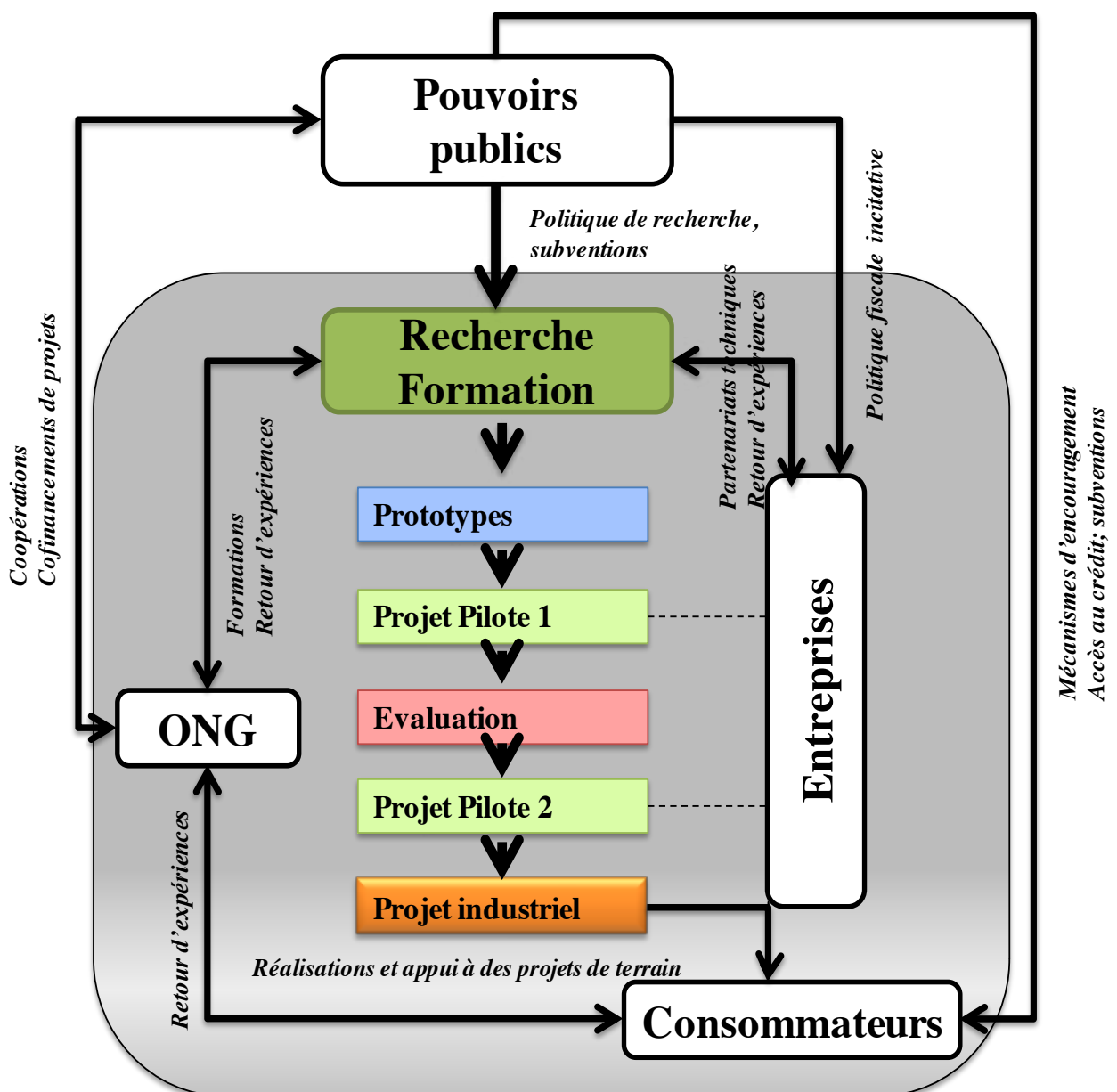


Figure 40 : Fonctionnement de l'écosystème pour la mise en place de projets industriels

La conclusion majeure de l'analyse du jeu des acteurs de la filière énergie solaire en Afrique de l'Ouest (chapitre 3) est l'isolement de l'acteur recherche et formation. En dépit de ses prérogatives essentielles (production et de diffusion de connaissances ; renforcement de compétences), cet acteur ne joue pas encore pleinement son rôle dans la filière solaire en Afrique de l'Ouest. La construction du pôle prend donc en compte la posture stratégique de cet acteur (recherche et formation) et le replace au centre du dispositif (Ecosystème) afin de bénéficier aux autres acteurs ainsi qu'à l'ensemble du réseau.

3.3- Différents niveaux de fonctionnement

3.3.1- Au plan national

Le système proposé est constitué de deux niveaux en interactions (figure suivante)

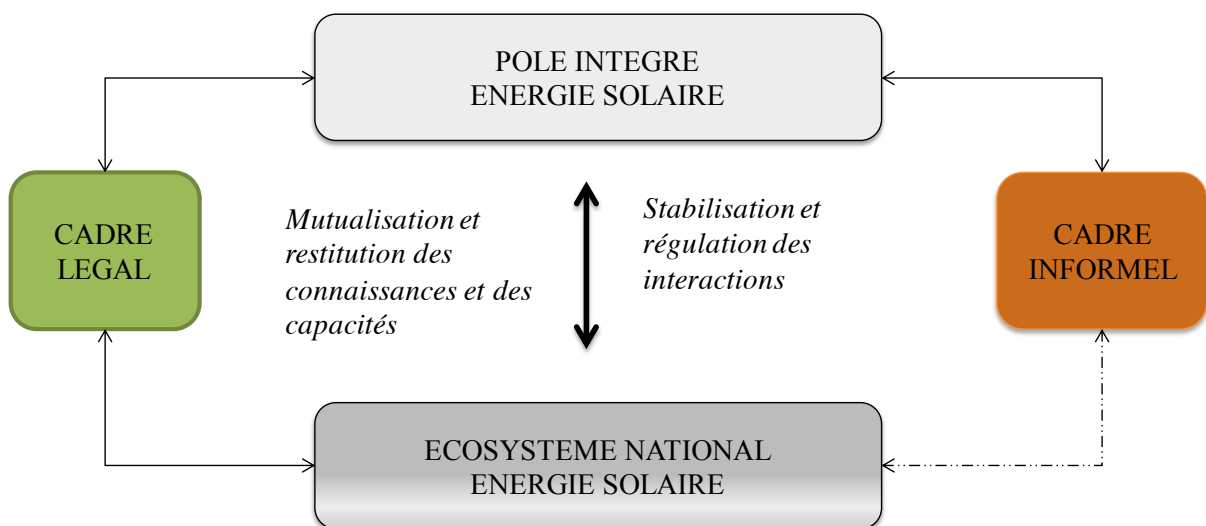


Figure 41 : Système national d'énergie solaire

- **Le Pôle intégré (système cognitif)**

C'est le niveau supérieur du système. Il a pour fonctions la mutualisation des connaissances produites et leur restitution aux acteurs qui interagissent dans le système opérant (écosystème)

▪ **Le système opérant (écosystème)**

L'écosystème (système opérant) est composé de l'ensemble des acteurs de la filière solaire (pouvoir politique ; recherche et formation ; entreprises ; ONG ; utilisateurs). Le pouvoir politique est l'acteur central de l'écosystème à cause de son influence directe sur les autres acteurs.

▪ **Le cadre légal**

Il s'agit du cadre réglementaire (développé plus haut) qui régit la filière de l'énergie solaire dans les pays.

▪ **Le cadre informel**

Il regroupe l'ensemble des aspects socioculturels évoqués dans l'environnement de l'écosystème, et qui peuvent permettre à une technologie spécifique d'être adoptée ou pas, par les populations bénéficiaires.

3.3.2- Fonctionnement comme un SAC (Système d'action concret)

Le système national est conçu comme un Système d'action concret : les acteurs y coordonnent leurs actions par des mécanismes stables grâce à des dispositifs régulateurs.

Il comprend à cet effet :

- le sous-système d'alliances qui permet de stabiliser les relations entre les acteurs ;
- le sous-système de régularisation des relations qui comportent l'ensemble des règles nécessaires à résoudre les éventuels problèmes pratiques de l'écosystème.

Les deux sous-systèmes forment un mécanisme qui permet de créer, de stabiliser et de régulariser les interactions entre les acteurs de la filière solaire, à travers les interactions mobilisées entre les différentes communautés d'acteurs.

Les dix fonctions (tableau suivant) identifiées produisent au sein de l'écosystème des connaissances à la fois théoriques et pratiques, portées par des acteurs divers appartenant aux quatre (4) classes (pouvoirs publics ; formation et recherche ; entreprises ; ONG)

| Fonctions spécifiques PIE solaire | Désignation |
|--|--|
| Recherche développement Appartenance aux réseaux scientifiques | Synthétiser les travaux des laboratoires de recherche sur l'énergie solaire ; Appartenir à des groupes de scientifiques dans le cadre de partenariats SUD – SUD ou SUD – NORD spécifiques à l'énergie solaire. |
| Formation initiale Formation continue et professionnelle | Développer des cycles d'études débouchant sur un diplôme (licence, master, doctorat) et des formations techniques dans le domaine de l'énergie solaire. |
| Observation et évaluation Veille et intelligence économique Expertise et conseil aux décideurs | Observer, évaluer, collecter et analyser les informations, mener une réflexion stratégique pour des projets ou des politiques nationales en matière d'énergie solaire Expertiser les projets et programmes solaires des décideurs |
| Participation à des projets générateurs de connaissances pratiques | Mesurer la pertinence des apports théoriques et la viabilité des outils et méthodes à travers le suivi des projets de terrain |
| Diffusion des connaissances | Diffuser des documents de vulgarisation, développer une plateforme Internet permettant de faire connaître les connaissances produites et animer des communautés de travail et des réseaux sociaux relatifs à l'énergie solaire. |
| Animation de réseaux professionnels | Organiser des échanges réguliers entre les professionnels de la filière solaire de façon à identifier leurs problèmes et de diffuser des solutions et outils, nécessaires au développement de leurs activités. |

Tableau 31 : Fonctions du pôle intégré d'énergie solaire

3.3.3- Au plan régional

3.3.3.1- L'environnement politique (institutionnel) régional

- *La politique énergétique commune (PEC)*

Le Traité de mise en place de l'UEMOA, Union Economique et Monétaire Ouest-Africaine (Janvier 1994) a défini un mécanisme d'intégration dont l'un des objectifs majeurs est «*d'instituer une coordination des politiques sectorielles nationales par la mise en œuvre d'actions communes et éventuellement des politiques communes dans les domaines suivants: ressources humaines, aménagement du territoire, transports et télécommunications, environnement, agriculture, énergie, industrie et mines*». La Commission de l'UEMOA a par ailleurs élaboré une Politique Énergétique Commune (PEC) selon un processus participatif aux niveaux régional et national. Cette politique, commune, représente le cadre homogène à l'intérieur duquel les États membres de l'Union devraient réaliser leurs objectifs énergétiques indispensables au développement socio-économique de leurs populations.

La PEC constitue le cadre homogène et consensuel à travers lequel les États membres de l'Union entendent poursuivre la réalisation de leurs objectifs énergétiques nécessaires au développement économique et social de leur espace commun (Tampone, 2003).

La mise en place d'un pôle régional pour la filière solaire s'inscrit dans cette politique énergétique commune aux pays membres de l'UEMOA, qui a par ailleurs défini la promotion des énergies renouvelables comme un de ses programmes.

- *L'Initiative régionale pour l'énergie durable (IRED)*

L'initiative régionale pour l'énergie durable (IRED) est la stratégie régionale de l'UEMOA d'accès durable à l'énergie électrique dont l'un des objectifs est «*l'augmentation de la proportion d'énergies renouvelables et durables (de 36% en 2007 à 82% en 2030) dans le parc de production d'électricité*».

Cette initiative régionale constitue un cadre de déploiement du pôle régional pour l'énergie solaire en Afrique de l'Ouest.

- *Le centre des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique de la CEDEAO (CEREC)*

La récente mise en place du CEREC traduit une prise de conscience du rôle que peuvent jouer les énergies renouvelables au sein de la CEDEAO, Communauté économique des Etats de l'Afrique de l'Ouest. Elle est par ailleurs une « double réponse régionale nécessaire aux besoins spécifiques des Etats-Membres de la CEDEAO, tels que exprimés dans les politiques nationales et régionales ainsi qu'aux décisions politiques internationales en matière d'énergie et de climat ».

3.3.3.2- Les objectifs visés

- *Le renforcement des systèmes d'informations*

Les objectifs globaux de diffusion de connaissances et de renforcement de capacités restent inchangés au plan régional. L'absence d'informations fiables dans le secteur de l'énergie reste un des problèmes majeurs toujours d'actualité en Afrique de l'Ouest (TAMPONE, 2003)

Une politique énergétique performante ne peut se mener sans une vision claire des différentes filières de l'énergie. Cette vision est largement facilitée par des Systèmes d'informations énergétiques, qui sont des outils d'aide à la décision. Un système d'information énergétique est un ensemble intégré de méthodes, de moyens et de techniques permettant la collecte, le traitement, le stockage, l'exploitation et la diffusion des données énergétiques.

L'IEPF, Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie accompagne, depuis 1998, les pays membres en développement de l'OIF (dont ceux d'Afrique de l'Ouest) dans la mise en place de systèmes nationaux d'information énergétique.

Le Sénégal seul possède un système d'information énergétique fonctionnel qui diffuse des informations spécifiques à la filière solaire dans le pays.

L'UEMOA a lancé en mai 2008 des projets de systèmes d'informations énergétiques dans plusieurs Etats d'Afrique de l'Ouest : Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Guinée Bissau et Mali. Ce projet de l'UEMOA reste le socle du pôle intégré régional a pour finalité de contribuer à la

diffusion des informations spécifiques à la filière solaire dans la région en s'appuyant sur les systèmes d'information nationaux.

Le tableau suivant montre les types d'informations à collecter et à diffuser dans le cadre du pôle intégré régional.

| Type d'informations | Déclinaison |
|---------------------------------------|---|
| Réglementation dans les Etats membres | Définition des cadres institutionnels des Etats membres du pôle |
| Acteurs et Activités | Ensemble des acteurs de la filière solaire et de leurs activités (Politique énergétique, recherche, formation, sensibilisation, production ou commercialisation de matériels solaire, financement, réalisation) |
| Projets (échecs / succès) | Cartographie des différents projets réalisés et en cours (photovoltaïque, énergie solaire thermique) |

Tableau 32 : Informations à collecter par le système régional d'énergie solaire

- *Renforcements de capacités*

Le second objectif est le renforcement de capacités spécifiques qui ont pour but de rendre la filière solaire dynamique et performante dans la région.

Le tableau suivant définit l'ensemble des capacités à développer par l'ensemble des pays membres du pôle régional.

| Capacités | Définitions |
|--|--|
| Négociations internationales | Participer à des négociations régionales et internationales concernant la filière solaire. |
| Echanges scientifiques | Développement de partenariats entre les universités et les centres de recherches des Etats membres du pôle régional. |
| Réglementations | Contribuer à une harmonisation des cadres institutionnels pour le déploiement de la filière solaire dans le cadre de l'intégration sous régionale. |
| Développement de Projets | Concevoir et exécuter des projets solaires dans les pays membres du pôle |
| Développement d'un Réseau de professionnels du solaire | Encourager l'émergence d'un réseau régional d'entreprises solaires privées |
| Développement d'un Réseau des consommateurs | Encourager l'émergence d'un réseau de consommateurs dynamique |

Tableau 33 : capacités à développer au sein du système régional d'énergie solaire

3.3.3.3- Le fonctionnement

Le système régional est constitué, tout comme les systèmes nationaux, du pôle intégré régional et d'un écosystème composé des institutions et organisations régionales ainsi que des Etats à travers leurs ministères spécialisés (énergie)

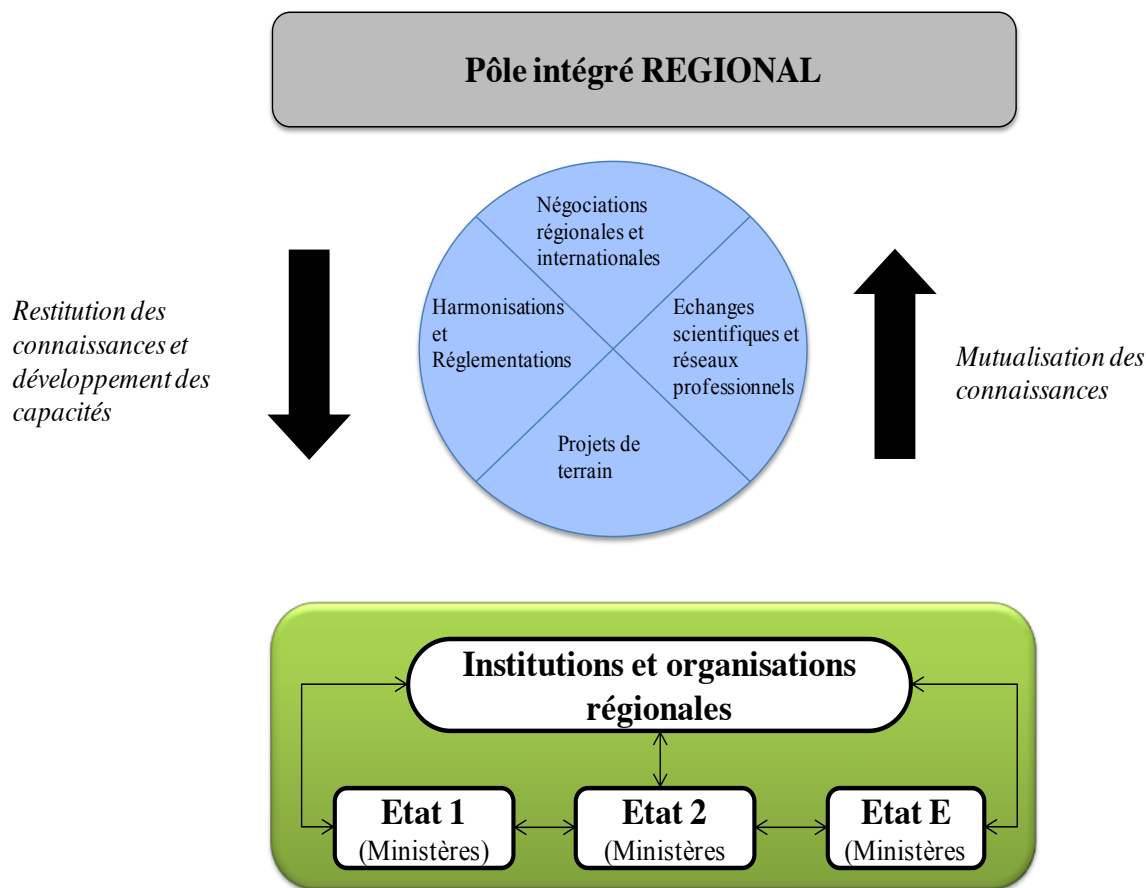


Figure 42 : Système régional d'énergie solaire

- *Composition de l'écosystème*

Il est composé par les institutions et les organisations rayonnant pour la filière solaire au plan régional. Il s'agit notamment pour les institutions de l'UEMOA et de l'ECREEE.

Les trois institutions (2IE ; IFHER et ENDA-Energie) sélectionnées dans le cadre du projet de l'IEPF constituent avec les ministères de l'énergie de leur pays les autres acteurs de l'écosystème qui doivent interagir ensemble.

- *Activités*

Les activités développées (projets de terrain ; Echanges scientifiques et réseaux professionnels ; harmonisations des réglementations ; Négociations régionales) au sein de l'écosystème sont liées aux capacités à développer.

PARTIE V

PROCESSUS GENERAL DE MISE EN PLACE DE POLES INTEGRES

Les pôles intégrés construits au niveau (partie 4) restent des modèles théoriques dont nous n'avons pas encore vérifié l'efficacité dans les territoires étudiés.

Le projet de mise en place du pôle intégré d'excellence pour l'énergie en Afrique de l'Ouest suit son cours et se trouve au stade de sollicitation d'appuis institutionnels nationaux (Burkina Faso, Côte d'Ivoire et Sénégal) et régional (UEMOA, ECREEE).

La procédure suivie pour le projet expérimental ne devra pas être reproduite exactement. En effet, le choix des 3 organismes initiaux (ENDA ; 2IE et IFHER) a été fait par l'Institut de l'Énergie et de l'Environnement de la Francophonie (IEPF) de façon unilatérale grâce à sa connaissance du terrain. L'extension du processus de PIE à d'autres questions et d'autres régions devrait faire l'objet d'une procédure reproductible et « opposable ». Comme il s'agit de s'appuyer sur les capacités existantes, donc du capital existant, les processus classiques d'appel d'offre ne peuvent s'appliquer. Sur la base de l'expérience du lancement du PIE énergie, et de la bibliographie, cette 5^{ème} partie vise à proposer une méthode générique pour lancer un PIE

Cette partie cinq (5) a pour objectif d'élaborer une démarche générale de construction (processus) de pôles intégrés comme plateformes regroupant divers acteurs dont la finalité est, par l'action collective, la diffusion des connaissances et le renforcement de capacités spécifiques.

Les *pôles intégrés* sont conçus comme opérateurs des mécanismes de traduction, et aussi actants qui permettent de construire des réseaux (écosystèmes) d'innovation en faisant coopérer concrètement les politiques, les enseignants et chercheurs, entrepreneurs, ONG et consommateurs. Ces réseaux ont vocation à traduire les connaissances et de les mettre à disposition des différentes communautés.

Le chapitre est structuré en quatre parties successives représentant les étapes à suivre dans la construction de pôles intégrés :

- La problématisation ;
- L'intéressement ;
- L'enrôlement ;
- La mobilisation.

I- PROBLEMATISATION

La première étape de la construction d'un pôle intégré consiste à poser le problème que l'on souhaite résoudre, de façon méthodique.

Selon Michel Callon, « *la problématisation, outre la définition des acteurs qu'elle implique, possède des propriétés dynamiques : elle indique les déplacements et détours à consentir et pour cela les alliances à sceller* » (CALLON, 1986).

Il s'agit donc d'interroger le sujet identifié (secteur d'activité, filière) pour en tirer un ou des problèmes à articuler entre eux tout en les hiérarchisant.

La phase de problématisation comporte deux étapes successives:

- l'identification des acteurs ;
- l'étude des interactions entre les acteurs.

1.1- Identification (sélection) des acteurs

L'identification des acteurs qui intervient après le choix d'une filière ou d'un secteur d'activités précis, a pour objectif principal de cerner l'environnement global de déploiement de la filière ou du secteur d'activité : les acteurs identifiés sont en effet « liés » par leur appartenance à la même sphère d'activités et appartiennent à un territoire à délimiter (localité, Etat, région...).

La constitution d'un Pôle doit partir d'un état des lieux des capacités existantes, et vise à les renforcer, cela peut apparaître comme contradictoire avec les procédures d'appel d'offres qui visent à maintenir de la concurrence et à permettre l'arrivée de nouveaux entrants.

Les projets ne sont pas conçus pour produire un « capital social » mais surtout afin d'être les plus efficaces selon leurs propres caractéristiques.

Le modèle coopératif n'est pas sans poser des questions liées au modèle de la concurrence et du droit contre les cartels. « Une de mes préoccupations particulières au sujet de la loi antitrust aujourd'hui, c'est que certains analystes regardent les écosystèmes comme principalement des marchés qui seraient devenus collusifs, plutôt que des hiérarchies qui auraient été ouvertes. Compte tenu de ce cadrage de la situation, les mesures correctives peuvent inclure des indépendances rigides imposées à des interfaces particulières au sein d'un écosystème, et en conséquence la rupture de la coévolution des échanges nécessaires à l'innovation. Le résultat malheureux est l'imposition de coûts sociaux importants qui découlent du ralentissement de l'innovation. Malheureusement, ces coûts sont cachés parce qu'ils résultent d'un avenir nié, au lieu d'un présent détruit. » (MOORE, 2005).

C'est la double composante de coopération et de compétition qu'il convient de gérer.

Il faut donc mettre en place une démarche transparente qui permette au maître d'ouvrage (commanditaire) du pôle intégré d'opérer un choix après l'évaluation des capacités de plusieurs acteurs.

1.1.1- Catégories d'acteurs

Cinq (5) catégories d'acteurs ont été ciblées pour participer au sein d'un écosystème aux interactions avec le pôle intégré. Le tableau suivant identifie les différentes catégories mobilisables dans la mise en place de pôles intégrés.

| Catégories d'acteurs | Désignation |
|-----------------------|---|
| Pouvoirs publics | Ministères, Agences et structures étatiques Collectivités territoriales / locales |
| Recherche & Formation | Etablissements d'enseignements supérieurs, Universités, Centre et instituts de recherche |
| Entreprises | Initiatives privées structurées |
| ONG | Organisations de la société civile nationale ou internationale et organisations internationales |
| Consommateurs | Utilisateurs ; Demande pour un service ou un produit |

Tableau 34 : Les différentes catégories d'acteurs

1.1.2- Evaluation des activités

Ces différentes catégories d'acteurs déploient des activités autour desquelles les pôles intégrés s'articulent et dont l'évaluation, dans le cadre d'un appel d'offres peut se faire suivant la grille suivante.

| Note | Situation |
|------|-------------------------------|
| 1 | Absence d'activités |
| 2 | Activités lacunaires |
| 3 | Activités structurées |
| 4 | Reconnaissance régionales |
| 5 | Reconnaissance internationale |

Tableau 35 : Légende d'évaluation des activités

La hiérarchisation des activités (de leur absence jusqu'à une reconnaissance mondiale) permet de mesurer à la fois la légitimité des acteurs (structures) ainsi que leur appartenance à des réseaux locaux, nationaux, régionaux ou mondiaux.

La grille suivante est la liste des activités à évaluer suivant la légende établie dans le tableau précédent.

| Activités | Note | Justification |
|-----------------------------|------|---------------|
| Recherche | | |
| Formation initiale | | |
| Formation continue | | |
| Réseaux scientifiques | | |
| Observation et évaluation | | |
| Veille économique | | |
| Diffusion des connaissances | | |
| Projets de terrains | | |
| Réseaux professionnels | | |
| Expertise aux décideurs | | |

Tableau 36 : Fonctions à évaluer pour la sélection des structures

1.2- Etude des interactions

Les acteurs retenus sont des organisations dont le fonctionnement global doit être analysé.

La matrice des influences qui est un des outils de l'analyse stratégique des organisations permet d'évaluer leur niveau de collaboration et de coopération.

Les acteurs [1 à 3] interagissent suivant une influence (I) ou une dépendance (D).

La matrice des influences (tableau suivant) permet de mesurer ces deux paramètres (influence et dépendance) les uns par rapport aux autres.

| | Acteur 1 | Acteur 2 | Acteur 3 | Total I (Y) |
|-------------|----------|----------|----------|-------------|
| Acteur 1 | | | | |
| Acteur 2 | | | | |
| Acteur 3 | | | | |
| Total D (X) | | | | |

Tableau 37: Matrice d'influences directes

I = Influence

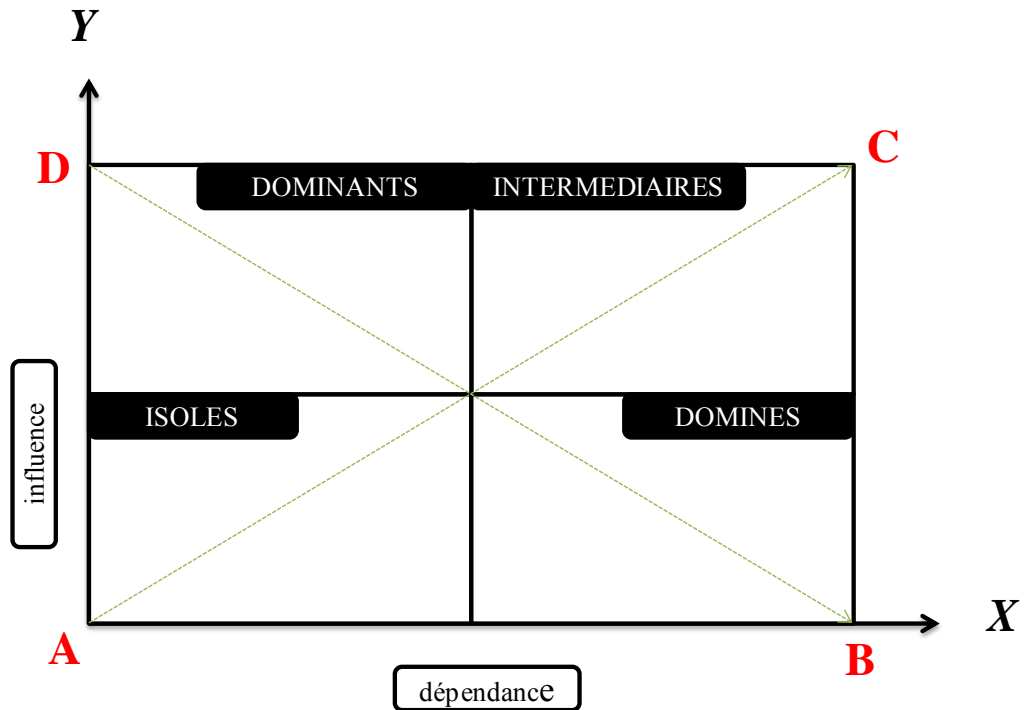
D = Dépendance

Nous nous sommes limités à trois niveaux d'influences directes (Tableau suivant)

| | |
|---|----------------------------|
| 0 | N'a aucune influence sur |
| 1 | a une influence sur |
| 2 | A une grande influence sur |

Tableau 38 : Niveaux d'influences directes entre acteurs

La lecture du plan d'influence (schéma suivant) permet de catégoriser les acteurs :



DB: Axe de contrôle
AC: Axe d'implication

Figure 43 : Lecture du plan d'influence

L'axe [DB] qui part des acteurs dominants vers les acteurs dominés est l'*axe de contrôle*, désigne la « régulation » ou la domination au sein du groupe d'acteurs étudiés.

L'axe [AC] qui part des acteurs autonomes vers les acteurs intermédiaires est l'*axe d'implication* qui désigne le degré de participation et de contribution des acteurs.

La matrice d'influence et sa lecture décrivent ainsi le jeu des interactions entre les acteurs, à travers l'évaluation des rapports de dépendance et d'influence entre eux.

La lecture du plan d'influence permet de classer les acteurs :

- **Les acteurs Dominants** : Ils ont une grande influence sur les autres sans être vraiment dépendants d'eux ;
- **Les acteurs Intermédiaires (ou relais)** sont à la fois influencés par les autres acteurs tout en ayant sur eux une certaine influence ;
- **Les acteurs Isolés (autonomes)** sont très peu influencés par les autres acteurs sur lesquels ils n'ont pas de véritable influence.

- **Les acteurs dominés** sont dépendants des autres acteurs sur lesquels ils ont très peu d'influence.

En somme, la phase (1) de problématisation sert à décrypter une filière (secteur d'activité) à travers :

- Le choix de la filière
- La délimitation de l'ère géographique
- L'identification des acteurs : définition de leurs buts (individuels) par rapport à l'objectif commun du pôle intégré
- L'analyse des interactions (alliances) entre les acteurs

II-INTERESSEMENT

La deuxième étape après celle de la problématisation consiste à susciter l'intérêt des acteurs identifiés à l'objet (pôle intégré). Il s'agit de mettre en scène les acteurs à travers leur appropriation à l'objet, au projet, à travers l'expression de leurs intérêts. L'étape d'intéressement est ainsi une phase de stabilisation des identités des acteurs et leur connexion au réseau : Les acteurs identifiés comme « *isolés* » et « *dominés* » par la matrice d'influences se positionnent comme « *intermédiaires* » à travers la mobilisation d'alliances dynamiques avec les autres acteurs.

2.1- Le point de passage obligé (PPO)

Le pôle intégré fonctionne comme le résultat de la concertation entre plusieurs acteurs et est un *point de passage obligé* qui contribue au contournement des obstacles pour l'atteinte des objectifs des acteurs et du réseau.

La connexion des acteurs au réseau se fait par la définition de ce point de passage obligé comme la convergence des objectifs du réseau et des acteurs.

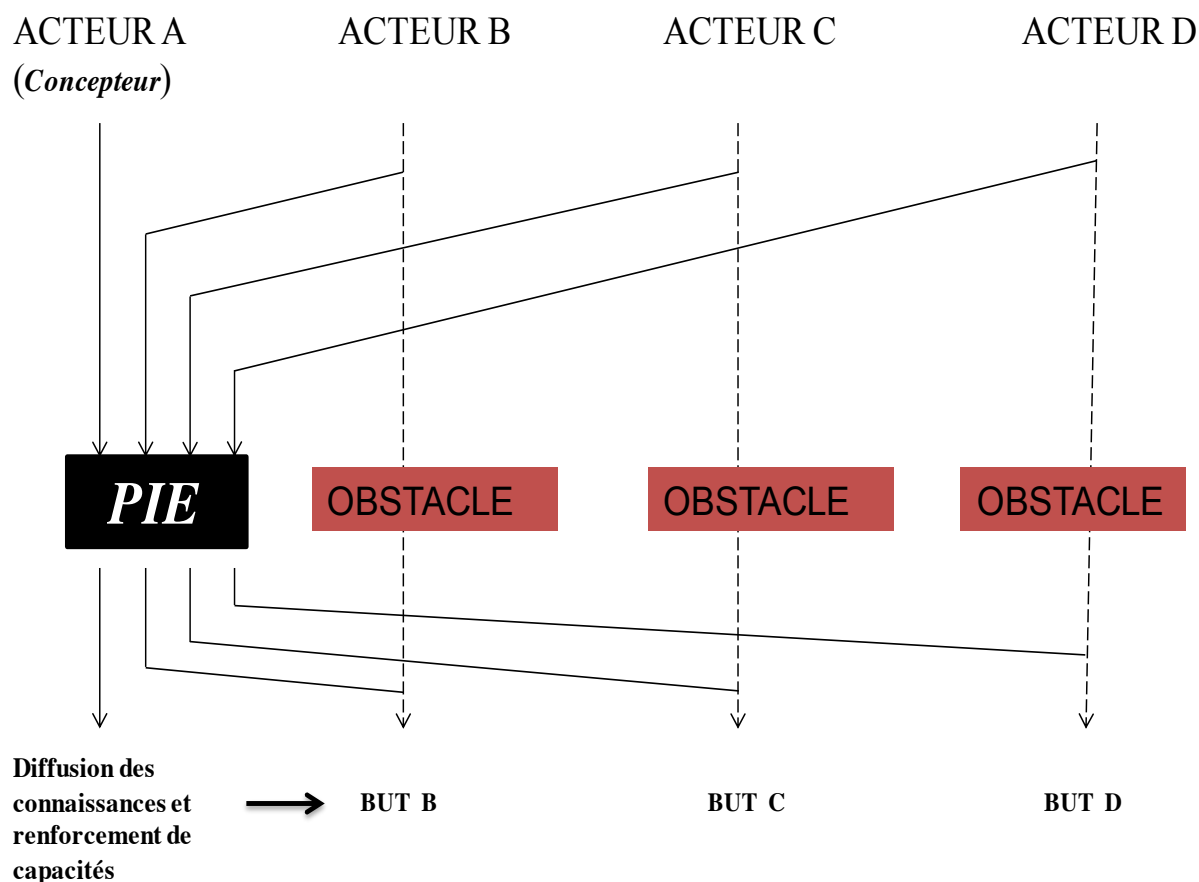


Figure 44 : Point de passage obligé (adapté de Callon, 1986)

2.2- Le dispositif d'intéressement

La mise en place d'un dispositif d'intéressement nécessite en amont la définition pour chaque acteur d'objectifs finaux à atteindre et d'obstacles à surmonter à travers le passage obligé par le réseau. Le but du dispositif d'intéressement est de trouver la méthode pour « sceller les alliances » entre les acteurs identifiés lors de la problématisation et le réseau.

Par la stabilisation de l'identité des acteurs (orientations, buts, projets, motivations, intérêts), l'initiateur du pôle intégré crée et suscite de l'intérêt pour le réseau en construction. Les acteurs choisis s'allient finalement sur un objectif commun, celui de la diffusion des connaissances produites et du renforcement de capacités déterminées.

III-ENROLEMENT

Cette étape 3 consiste à affecter aux membres du réseau une fonction spécifique qui fait d'eux des acteurs essentiels (indispensables). Les acteurs identifiés et intéressés doivent appartenir au réseau à travers l'attribution d'un rôle, d'une tâche ou d'une mission précise.

3.1- la répartition des tâches

La définition des rôles des membres du réseau se fait en fonction à la fois des capacités des membres (L'écosystème s'appuie sur les potentialités existantes) et des objectifs visés par la mise en place du pôle intégré. L'appartenance à une catégorie d'acteurs oriente en effet le rôle des composantes de l'écosystème.

3.2- Les rôles (fonctions) du PIE

Les pôles intégrés ont pour objectifs la production et la circulation de connaissances entre acteurs de secteurs d'activités et le renforcement de capacités spécifiques.

3.2.1- La production et la circulation de connaissances

Un des objectifs des PIE est d'organiser concrètement la production et la circulation des connaissances entre les communautés. L'enracinement territorial du PIE est une composante de la capacité à mobiliser et à capitaliser des connaissances.

L'intégration dans ses activités de la conduite de projets avec des acteurs de terrain en position d'apprentissage viendra concrètement favoriser ces échanges.

Le pôle intégré, par sa première fonction de stimulateur de la production et la circulation des connaissances entre acteurs d'une filière spécifique, se trouve surtout au centre des groupes organisés et des institutions (méso niveau) qui produisent du lien social, des structures et des normes, avec des incidences au niveau des individus (micro niveau) à travers son implication dans le déploiement de projets concrets de terrain.

La circulation des connaissances entre les différentes formes de rationalités repose sur des processus qui permettent des traductions entre les rationalités et les référentiels des différentes communautés qui opèrent à chacun des niveaux.

Le tableau suivant montre les possibilités d'affectation de tâches en fonction de l'appartenance des acteurs à une catégorie d'activités.

| Catégories d'acteurs | Orientation des Rôles |
|-----------------------|--|
| Pouvoirs publics | Définition de la politique nationale et la stratégie de mise en œuvre |
| Formation / recherche | Formations initiale et continue Recherche développement/ action Participation aux réseaux scientifiques |
| Entreprises | Production / distribution de produits Offres de services Participation aux réseaux professionnels |
| ONG | Sensibilisation, Observation, Evaluation Veille et intelligence stratégique Appui à des projets de terrain |
| Consommateurs | Information et défense des intérêts des utilisateurs |

Tableau 39 : acteurs et rôles dans le réseau

3.2.2- Le renforcement de capacités

Le second but des pôles intégrés est de créer des synergies entre les capacités développées par les différents acteurs même si elles peuvent appartenir à des mondes assez différents avec leurs processus et leurs systèmes d'information spécifiques.

Les capacités identifiées pour les pôles intégrés s'appuient au plan académique sur des disciplines différentes qui véhiculent chacune des perspectives, des connaissances et des pratiques qui leur sont propres c'est-à-dire leur propre rationalité. Ces capacités se structurent suivant les trois niveaux identifiés : les compétences (capacités individuelles) ; les capacités organisationnelles et les capacités institutionnelles. Chacune des capacités, s'appuyant sur différentes disciplines, impose des approches interdisciplinaires. L'ensemble de ces capacités

articulées entre elles permettent au PIE d'atteindre les objectifs qu'il se fixe par le jeu de l'intégration des acteurs, de leurs connaissances et de leurs activités.

IV- MOBILISATION DES ACTEURS

La dernière étape de la mise en place des pôles intégrés est la mobilisation qui désigne l'implication des acteurs identifiés et dont les fonctions (rôles) ont été stabilisées à la fois par l'intéressement et l'enrôlement. Cette étape se structure autour de la désignation des représentants (porte parole) et la coordination des activités d'un réseau de contraintes et de ressources (« *réseau de liens contraignants* »).

4.1-La représentativité

Un choix pertinent des représentants des acteurs (membres du pôle) a pour intérêt de faciliter l'intégration d'acteurs nouveaux et donc l'agrandissement du réseau.

L'identification des acteurs, par combinaison d'un appel d'offres et de l'appartenance à un réseau connu, permet en partie de résoudre cette question essentielle de représentativité.

4.2-La coordination des activités

Les activités sont exécutées par les acteurs de l'écosystème suivant les rôles définis par l'enrôlement. Le pôle intégré coordonne la mutualisation et de restitution des connaissances produites. L'information est au centre du dispositif de coordination. Elle circule dans deux sens : du pôle intégré vers l'écosystème (système opérant) et vice versa.

Les activités du pôle intégré fédèrent des connaissances qui, restituées aux acteurs permettent de modifier ou d'amplifier leurs activités. La conduite des activités du pôle permet ainsi de mettre en mouvement en rendant mobiles (mobilisation) les membres du pôle.

La multiplication d'objets frontières (conférences, rencontres) réunissant les acteurs dans le cadre de séances communes de travail traduit concrètement cette mobilisation qui transforme le pôle intégré en un « *Réseau de liens contraignants* » au sein duquel les actants (humains et non humains) sont liés par les alliances qu'ils ont créées.

V-Scénarios de mise en place de pôles intégrés

Selon le niveau d'organisation des acteurs en présence, la procédure d'établissement de pôles intégrés sera différente.

5.1- Existence d'un réseau d'acteurs plus ou moins organisé

L'existence d'acteurs plus ou moins organisés en réseau facilite la mise en place de pôles intégrés dans le domaine ou la filière déterminée.

Le tableau suivant définit les quatre étapes à suivre dans la construction de PIE

| | |
|------------------|---|
| Problématisation | Identification des acteurs Sélection par évaluation de leurs activités Etude des interactions entre les acteurs |
| Intéressement | Renforcement des interactions entre les acteurs par la définition d'un <i>point de passage obligé</i> |
| Enrôlement | Répartition des tâches (rôles) au sein du réseau |
| Mobilisation | Coordination des activités exécutées par les acteurs |

Tableau 40 : Etapes de construction de PIE /existence d'un réseau acteurs plus ou moins organisé sur le territoire

5.2- Existence d'acteurs non organisés en réseau

Des acteurs existent mais ne sont pas bien organisés en réseau. Dans ce cas, les quatre étapes de *traduction* pour la mise en place de pôles intégrés sont spécifiques.

Le tableau suivant définit les quatre étapes à suivre dans la construction de PIE dans ce cas (existence d'acteurs non organisés en réseau)

| | |
|------------------|---|
| Problématisation | Identification des acteurs Sélection par évaluation de leurs activités Etude des interactions entre les acteurs |
| Intéressement | Création d'interactions entre les acteurs par la définition d'un <i>point de passage obligé</i> Renforcement des interactions |
| Enrôlement | Répartition des tâches (rôles) au sein du réseau |
| Mobilisation | Transfert de technologies (acteurs extérieurs à mobiliser) Coordination des activités exécutées par les acteurs |

Tableau 41 : Etapes de construction de PIE /existence d'acteurs non organisés en réseau sur le territoire

5.3- Synthèse des étapes de construction des pôles intégrés

L'objectif visé par la construction d'un pôle intégré est l'amplification des synergies entre acteurs d'une filière ou d'un secteur d'activités afin de (i) faire circuler entre eux les connaissances produites séparément et (ii) et de développer et / ou renforcer des capacités spécifiques.

Le tableau suivant est une synthèse de la démarche à suivre pour construire des pôles intégrés (locaux, nationaux ou régionaux).

| Action | Définition | Procédure |
|--|--|--|
| Le choix du thème | Un pôle intégré s'articule autour d'une thématique (filière, secteur d'activités) à spécifier | Concertation entre commanditaires (initiateurs) du pôle intégré |
| La délimitation du cadre d'action | L'ensemble des territoires à impliquer dans la construction du pôle | |
| L'identification et la sélection des acteurs | Choix des futurs membres (parties prenantes) au pôle | Enquête de terrain Appel d'offres |
| L'étude des interactions entre les acteurs sélectionnés | Evaluation des synergies existantes entre les acteurs | Matrice des influences directes et indirectes |
| L'intéressement et l'enrôlement | Sceller les interactions entre les parties prenantes ; Définir et coordonner leurs rôles | Stabilisation de l'identité des acteurs et distribution de leurs rôles à l'intérieur du réseau |
| La mobilisation | L'animation du réseau en s'appuyant sur des <i>liens contraignants</i> entre les parties prenantes | Fonctionnement du pôle comme un « <i>macro-acteur</i> » |

Tableau 42 : Synthèse des étapes de construction de pôles intégrés

Les étapes 1 à 4 correspondent à la problématisation (description du système d'alliances) ;
La figure suivante synthétise les différentes étapes suivant les deux différents scénarios.

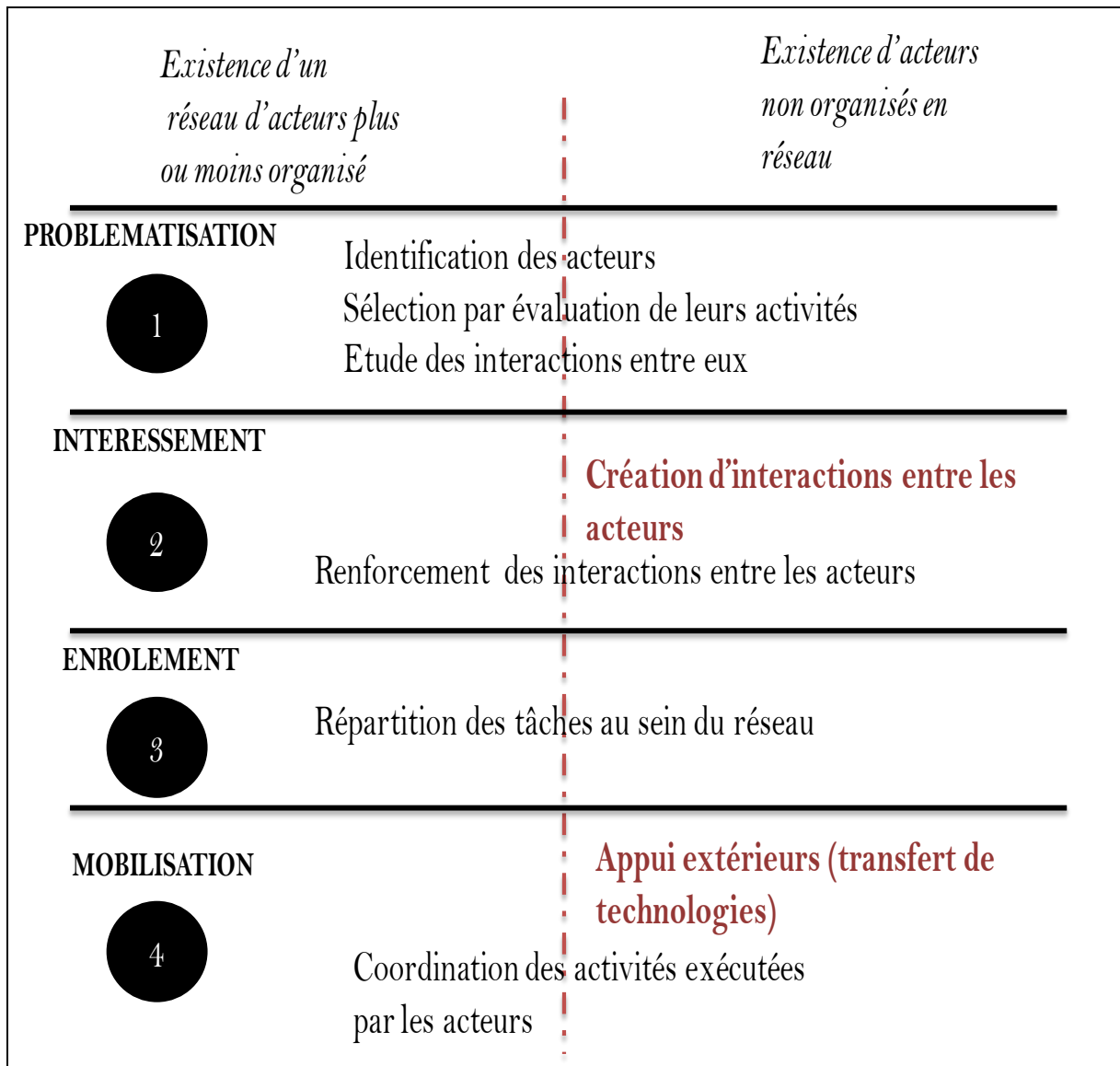


Figure 45 : Schéma des étapes de la construction de PIE suivant le niveau d'organisation des acteurs

CONCLUSION

Face au déficit de circulation de connaissances structurées entre les acteurs de la filière solaire en Afrique de l'Ouest, dans un contexte de crise énergétique combinée aux effets du changement climatique, la thèse s'est fixée pour objectifs d'identifier clairement les catégories d'acteurs de la filière « solaire » dans les territoires ciblés et de définir une méthode permettant d'aboutir à une circulation dynamique des connaissances produites et des capacités développées par les différents acteurs.

Nous avons émis trois hypothèses:

- Différentes catégories d'acteurs travaillent suivant des rationalités particulières dans les filières « énergies renouvelables » en Afrique de l'Ouest ;
- Il est nécessaire de créer des synergies entre ces différentes catégories d'acteurs pour obtenir une cohérence des connaissances et des capacités à renforcer ;
- Les synergies entre ces acteurs nécessitent des processus cognitifs et de traduction.

Notre travail s'est articulé autour de i) l'identification des acteurs de la filière solaire ; ii) l'étude des interactions entre eux ; iii) la construction d'un écosystème (réseau d'acteurs) en interaction avec un pôle intégré ; iv) la généralisation du processus de construction de pôles intégrés

Cinq (5) catégories d'acteurs ont été identifiées comme participant au déploiement de la filière « énergie solaire dans les trois pays étudiés:

- Les pouvoirs publics
- Les acteurs de la formation et la recherche
- Les entreprises privées
- Les organisations de la société civile
- Les utilisateurs (consommateurs)

L'analyse des interactions entre ces différents acteurs a montré que :

- Le pouvoir public est l'acteur dominant malgré sa faible volonté ;
- Les entreprises et les organisations non gouvernementales sont des acteurs relais entre le pouvoir public et les utilisateurs ;

- Les consommateurs (utilisateurs) sont des acteurs dominés et n'ayant aucune influence sur le pouvoir public notamment ;
- La recherche et la formation sont des acteurs isolés dont les actions atteignent très rarement les utilisateurs

Sur la base de ces conclusions, nous avons construit i) un écosystème (comprenant les acteurs identifiés ainsi que les interactions pouvant exister entre eux) et ii) un pôle intégré (qui permet de stabiliser, régulariser et faire circuler entre eux les connaissances produites et les capacités développées par ces acteurs de l'écosystème) à travers une dizaine d'activités déployées.

Selon notre modèle, ces différentes activités forment un système combinant en permanence connaissances théoriques et actions de terrain : les informations et connaissances circulent au sein de différentes communautés et s'enrichissent mutuellement. Par l'effet de masse critique, elles progressent dans chacun des domaines identifiés et acquièrent une visibilité et un rayonnement au moins régional.

Finalement, nous avons, dans un souci de généralisation proposé une méthodologie (différentes étapes successives) globale pour la mise en place de pôles intégrés suivant le niveau d'interactions entre acteurs identifiés d'une filière spécifique.

En partant de la problématisation qui consiste à montrer aux différents acteurs que le problème posé les concerne, on stabilise ensuite leur identité et leur connexion au réseau par l'étape d'intéressement. L'enrôlement permet ensuite de préciser les rôles des acteurs au sein du réseau qui devient, par la mobilisation, un macro-acteur incarné par l'acteur principal.

La limite de notre étude reste la non vérification du fonctionnement du modèle proposé.

Cependant, le déploiement concret du projet (initié par l'Institut de la Francophonie pour le développement durable (IFDD) ex Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie), pour lequel l'UEMOA a manifesté un vif intérêt lors d'un atelier en décembre 2012, sera une opportunité pour confronter à la réalité du terrain les éléments théoriques proposés et ainsi permettre la validation de notre modèle proposé.

ANNEXES

I- GENESE DU PROJET DE PIEE

1.1- Le concept de PIE (Pôle intégré d'excellence)

L'idée de Pôle intégré d'excellence (PIE) est née en juin 2008, lors du colloque organisé conjointement par l'Institut de l'énergie et de l'environnement de la francophonie (OIF/IEPF) et Agence universitaire de la Francophonie (AUF) « *Défis énergétiques et environnementaux : Solutions pour un développement durable* » qui s'est tenu du 1^{er} au 3 juin 2008 à Québec à l'occasion du 20^{ème} anniversaire de l'IEPF et de la réunion du Conseil d'Orientation de l'IEPF (IEPF/AUF, 2008).

Ce projet est issu d'une réflexion sur l'efficacité des activités de renforcement de capacités menées par l'IEPF et les problématiques de leur évaluation. Certaines formations par exemple ne peuvent garantir qu'elles renforcent réellement la capacité des pays. Le nombre de journées de formation (h/j) ne donne aucune information sur le fait que les personnes formées sont celles qui seront les plus à même de mobiliser les savoirs dans leur activité professionnelle. Mettre en place, en aval des formations, une communauté de professionnels apporterait cette information et permettrait aussi d'actualiser leurs connaissances dans une logique d'apprentissage tout au long de la vie.

Par ailleurs, les structures de formation sont fragiles et le soutien de l'IEPF ne garantit pas leur pérennité ou leur enracinement. La logique des appels d'offres qui s'est généralisée pour les projets et les programmes de recherche, est justifiée par la nécessité de formaliser les critères d'excellence et de garantir que les aides vont avoir une certaine efficacité et la plus grande chance de succès. Elle permet d'éviter les relations établies et les rentes de situation en les mettant en concurrence et en favorisant de nouveaux entrants. Cependant, cette pratique ne permet pas la consolidation des compétences et l'atteinte de tailles critiques.

La déclaration de Paris sur l'efficacité de l'aide vise en partie à surmonter cette contradiction en donnant aux pays la responsabilité de définir eux même leurs besoins et d'organiser leurs politiques. Mais dans les faits, un manque de capacités va de paire avec l'incapacité d'identifier ce manque. S'il n'y a pas de compétences dans un pays sur une question tant dans

l'administration que chez les experts nationaux, personne ne pourra en faire le diagnostic dans le pays. Il y a là un cercle vicieux. Une analyse extérieure apparaît alors comme une « intrusion ». Il est donc extrêmement difficile de définir concrètement la capacité que l'on souhaite renforcer. On évalue alors l'efficacité des activités de renforcement de capacités sur des critères internes aux programmes et non sur ceux de pertinence et d'efficience.

L'approche PIE vise à résoudre ces questions en identifiant les capacités nécessaires, les compétences qui leur sont liées et les structures les mieux à même de les porter. Elle propose par ailleurs une méthodologie d'approche permettant de résoudre les questions soulevées.

1.2- Etapes de la conception des pôles intégrés d'excellence

Plusieurs étapes ont conduit à la conception des pôles intégrés d'excellence :

- ***Juin 2008*** : Colloque IEPF/AUF Défis énergétiques et environnementaux : Solutions pour un développement durable » et émergence du concept de PIE.
- ***Fin 2008*** : plusieurs ateliers organisés par l'OIF (IEPF) et AUF pour la définition du concept et l'identification des thématiques.
- ***Mai 2009*** : note de cadrage du concept réalisée par l'IEPF et AUF.
- ***Septembre 2009*** : définition des activités des PIE et de leur grille d'évaluation.
- ***Décembre 2009*** : choix de 3 thèmes : énergie (IEPF), ville et territoires durables (AUF), sécurité alimentaire et développement durable (CIRAD) avec différents autres partenaires. Désignation de l'énergie pour faire l'objet du premier PIE expérimental en Afrique de l'Ouest.

Le projet expérimental PIE énergie d'Afrique de l'Ouest a été initié avec 3 partenaires (les parties prenantes) qui ont été choisis du fait de leur rayonnement régional et activités dans le domaine et ayant répondu à une consultation de l'IEPF :

- ❖ **ENDA-TM**, Environnement et développement du tiers monde, Dakar, Sénégal
- ❖ **FONDATION 2IE**, Institut International de l'eau et de l'environnement, Ouagadougou, Burkina Faso
- ❖ **IFHER/BNETD**, Institut de formation de la haute expertise et de recherche, Abidjan, Côte d'Ivoire

1.3- Etapes de construction du projet expérimental

Différentes étapes ont marqué le processus (en cours) de construction du pôle intégré d'excellence pour l'énergie expérimental. Il s'agit successivement de :

- ***Mars 2010*** : étude exploratoire (financement Wallonie) : Sélection des trois institutions partenaires, identification des capacités à renforcer, choix des activités à développer.
- ***Août 2010*** : mission de terrain auprès des 3 institutions (financement IEPF) : Identification de l'existant, évaluation des projections, estimation des besoins.
- ***Septembre 2010*** : Atelier pour le PIE énergie au Congrès Mondial Energie, Montréal, Canada.
- ***Mars –mai 2011*** : Mission d'information et signature d'un accord cadre avec ECREEE.
- ***Juin – août 2011*** : Promotion du projet auprès des institutions sous régionales, régionales et internationales et mobilisation des financements au Sénégal.
- ***Décembre 2012*** : Atelier de travail avec l'UEMOA, l'ECREEE, les ministères de l'énergie des trois pays concernés et les parties prenantes (2IE ; ENDA-énergie ; IFHER)

La thèse s'est articulée exclusivement autour de la filière solaire en Afrique de l'Ouest.

II- GUIDE D'ENTRETIENS

2.1- Méthodologie de construction du guide

Dans le cadre de nos enquêtes de terrain, notre choix d'un *entretien semi directif* se justifie par la volonté d'accompagner les personnes enquêtées vers l'ensemble des thèmes et sous thèmes prédéfinis, tout en les laissant construire leur propre discours.

Notre guide présente les thèmes et les sous thèmes directeurs abordés au cours des entretiens. (Tableau suivant)

| Thèmes | Sous thèmes |
|--|---|
| L'enquêté | Itinéraire (expériences) |
| | Position actuelle |
| Les énergies renouvelables en Afrique de l'Ouest | Diagnostic global |
| | Classification des obstacles à leur développement |
| La filière solaire | Atouts |
| | Solutions de déploiement |
| | Interactions avec les autres acteurs |
| Le concept de « pôle intégré » et le projet PIIÉ | Perception |
| | Conditions de réalisation du PIIÉ |

Dans les structures pré identifiées, dans les quatre Etats d'Afrique de l'Ouest visités (Burkina Faso ; Côte d'Ivoire ; Sénégal ; Cap Vert) durant les missions effectuées pour la mise en place du PIIÉ (Pôle intégré pour l'énergie), nous avons interrogées, des personnalités (tableau suivant) sur la base des thèmes et sous thèmes ci-dessus, après la présentation du projet PIIÉ.

Nous avons volontairement axé les entretiens autour de la filière « solaire » pour la rédaction de la thèse. (Le PIIÉ concerne toutes les formes d'énergies et ne se limite pas aux énergies renouvelables).

2.2- Le questionnaire

| |
|--|
| L'interviewé Nom, prénom, Institution Quelle est votre expérience dans le domaine (énergie) En quoi consiste votre fonction actuelle ? |
| Les énergies renouvelables en Afrique de l'Ouest Quel est votre diagnostic global des filières d'énergies renouvelables en Afrique de l'Ouest ? Quelles sont les principaux obstacles à leur développement ? |
| La filière « solaire » Quelles sont les atouts de cette filière ? Quelles sont les solutions pour la développer ? Comment et par quels autres acteurs vos activités sont influencés ? |
| Le concept de PIE et le projet PEE Que pensez-vous du concept de PIE (développement de synergies entre différents acteurs d'une même filière, pour la diffusion des connaissances et le renforcement de capacités ciblées) ? Quelles sont les conditions de réalisation (réussite) du PEE (Pôle intégré d'excellence pour l'énergie solaire) en Afrique de l'Ouest ? |

2.3- Les structures interviewées et / ou répertoriées

| COTE D'IVOIRE | |
|-------------------------------|---------------------------|
| Catégories | Structure |
| Pouvoirs publics | Direction de l'énergie |
| | Direction des EnR |
| Recherche et Formation | IFHER |
| | IREN |
| | LES/SSMT ¹⁵ |
| Entreprises | SIDEES |
| | SOLCI ENERGY |
| OI / ONG | FEM/PNUD |
| | FEM/PNUD |
| Consommateurs | Utilisateur (Particulier) |
| | Comité de gestion |

Tableau 43 : Liste des structures en Côte d'Ivoire

| BURKINA FASO | |
|-------------------------------|---------------------------|
| Catégories | Structure |
| Pouvoirs publics | Direction de l'énergie |
| | MDP / AND |
| Recherche et Formation | 2IE, LESEE |
| | 2IE, Technopôle |
| Entreprises | CB ENERGIE |
| | ENERSOL |
| ONG | FONDEM |
| | Energies solidaires |
| Consommateurs | Utilisateur (Particulier) |
| | Comité villageois |

Tableau 44 : Liste des structures au Burkina Faso

¹⁵ Laboratoire énergie solaire/ Unité de formation et de recherche Sciences de structures de la matière et de la technologie de l'université de Cocody, Abidjan

SENEGAL

| Catégories | Structure |
|-------------------------------|---------------------------|
| Pouvoirs publics | Ministère des EnR |
| | ASER |
| Recherche et Formation | CERER |
| | UCAD |
| Entreprises | SPEC |
| | Sentechnologies Power |
| ONG / OI | ENDA-ENERGIE |
| | PNUD |
| Consommateurs | ASCOSEN |
| | Utilisateur (Particulier) |

Tableau 45 : Liste des structures au Sénégal

L'enquête auprès des experts et analystes de l'ECREEE avait essentiellement pour but de cerner la place (quelle importance) de la filière solaire dans les politiques énergétiques des pays de la CEDEAO.

CAP VERT

| Nom et Prénom | Fonction |
|-------------------------|-------------------------------------|
| SOUMAILA Ibrahim | Expert en efficacité énergétique |
| ELAYO Hyacinth | Analyste de politiques énergétiques |
| JANSENIO Delgado | Expert en énergies renouvelables |
| LUGMAYR Martin | Expert en énergies renouvelables |
| BAH Saho | Expert en énergies renouvelables |
| VILAR David | Coordinateur Résident |
| MAHAMAH Kappiah | Directeur exécutif |

Tableau 46 : Liste des personnes interviewées à ECREEE, au Cap Vert

III-SYNTHESE DES RESULTATS D'ENQUETE

Les grilles thématiques sont les résultats de la synthèse des entretiens et des documents collectés dans les trois pays (Côte d'Ivoire ; Burkina Faso et Sénégal). Elles répertorient, par catégories d'acteurs les missions, les projets et les partenaires.

Les tableaux suivant sont la synthèse des informations collectées durant les entretiens dans ces pays et complétées par des informations tirées de rapports officiels de sites internet, consignées dans les références bibliographiques.

BURKINA FASO

| Catégories | Acteurs | Missions | Réalisations | Partenaires nationaux | Partenaires extérieurs |
|----------------------------------|--|---|--|--|---|
| Pouvoirs publics | <p>Direction de l'énergie</p> <p>Direction des énergies renouvelables et des énergies traditionnelles</p> | <p>Conception et mise en œuvre de la politique énergétique</p> <p>Mise en œuvre des politiques d'évaluation et de mise en valeur des ressources énergétiques alternatives ; Promotion de la recherche et la diffusion des technologies liées aux énergies renouvelables</p> | <p>Electrification rurale PV (Puissance totale installée estimée à 1368 KWc, 2006)</p> <p>Projet de construction d'une centrale solaire (Zagtouli de MWc)</p> | <p>ONG</p> <p>-FONDEM</p> <p>-Energies solidaires</p> <p>-Atouts soleil</p> <p>-Electriciens sans frontières</p> <p>Recherche & Formation</p> <p>-2IE</p> <p>-UdeO</p> <p>-IRSAT/CNRST</p> | <p>CILSS</p> <p>Union européenne</p> |
| Recherche & Formation | <p>2IE</p> <p>IRSAT/CNRST</p> <p>UdeO</p> | <p>Formation initiale</p> <p>Formation continue</p> <p>Recherche</p> | <p>Master spécialisé énergies renouvelables</p> <p>Energie solaire et économie d'énergie (centrales solaires à concentration ; habitat, architecture bioclimatique et PV)</p> <p><i>Flexy-energy</i> Technologie solaire appliquée</p> | <p>Direction de l'énergie</p> <p>Direction des énergies renouvelables et des énergies traditionnelles</p> <p>Entreprises (PPI)</p> | <p>ACDI</p> <p>Union européenne</p> <p>UEMOA</p> <p>Banque mondiale</p> <p>BAD</p> <p>BOA</p> <p>Veolia</p> <p>Total</p> <p>Bolloré</p> |
| Entreprises | <p>-CB énergie</p> <p>-SOLTECH</p> <p>-SOLEIL</p> <p>-SOLARCOM</p> <p>-SAHEL Energie</p> <p>-ENERSOL</p> <p>-PPI</p> | <p>Production, Distribution, Installation</p> <p>Maintenance d'équipements solaires pour éclairage, cuissons et pompage d'eau</p> | <p>Installations PV/ Thermiques domestiques et dans les centres communautaires (dispensaires, écoles)</p> | <p>Direction de l'énergie</p> <p>Direction des énergies renouvelables et des énergies traditionnelles</p> <p>Rotary Club</p> <p>Collectivités locales</p> | <p>Schneider Micro Energy</p> <p>Quenea énergies renouvelables</p> <p>Solarr for all</p> |
| ONG | <p>-FONDEM</p> <p>-Energies</p> | <p>Promotion du solaire</p> | <p>Plusieurs sites électrifiés dans la</p> | <p>Direction de l'énergie</p> | <p>FONDEM</p> |

| | | | | | |
|----------------------|---|---|---|---|--|
| | solidaires -Atouts soleil -Electriciens sans frontières | (Electrification rurale) | province de <i>Sanguié</i> Formation à la fabrication de cuiseurs solaires | Direction des énergies renouvelables et des énergies traditionnelles Collectivités locales | Energies solidaires Atouts soleil Electriciens sans frontières |
| Consommateurs | Particuliers Comités de gestion | Formation des membres à la petite maintenance | Petite maintenance du matériel | Entreprises installatrices des équipements | |

Les listes ne sont pas exhaustives. En général, les missions, les réalisations ainsi que les partenaires sont regroupées pour l'ensemble des acteurs d'une même catégorie afin d'éviter des redites éventuelles.

COTE D'IVOIRE

| Catégories | Acteurs | Missions | Réalisations | Partenaires nationaux | Partenaires extérieures |
|----------------------------------|---|---|---|--|--------------------------------------|
| Pouvoirs publics | Direction de l'énergie Sous Direction des énergies renouvelables | Conception et mise en œuvre de la politique énergétique Promotion des énergies renouvelables | Electrification rurale <i>Ninkro (1981 – 1986)</i> Programme de solarisation <i>Touba – Korhogo (1995)</i> | Université ABOBO-ADJAME IREN IFHER | Espagne (Projet ATERSA, non réalisé) |
| Recherche & Formation | Université ABOBO-ADJAME IREN IFHER | Formation initiale Recherche | Dimensionnement et caractérisation des panneaux solaires Etude et installation de systèmes PV | Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique | |
| Entreprises | SIDEES SOLCI ENERGY INNOVATE DUSOLAR CI TD CONTINENTAL | Distribution, installation de panneaux, chauffe eau et divers appareils solaires | Installations domestiques et dans des centres communautaires | Collectivités locales Direction de l'énergie Sous Direction des énergies renouvelables | FEM/PNUD |
| OI / ONG | FEM/PNUD ICA | Electrification rurale Sensibilisation et formations | Electrification rurale dans les zones d'intervention prioritaires (Nord, centre, sud-est, sud-ouest) à un rythme moyen de 1500 wc / an. | Entreprises (SIDEES) Collectivités locales | FEM/PNUD |
| Consommateurs | Particuliers Comités villageois d'utilisateurs | Collectes de ressources pour la petite maintenance du matériel | Petite maintenance | Entreprises installatrices | |

Les listes ne sont pas exhaustives. En général, les missions, les réalisations ainsi que les partenaires sont regroupées pour l'ensemble des acteurs d'une même catégorie afin d'éviter des redites éventuelles.

SENEGAL

| Catégories | Acteurs | Missions | Réalisations | Partenaires nationaux | Partenaires extérieures |
|----------------------------------|--|---|--|--|---|
| Pouvoirs publics | Ministère des énergies renouvelables ASER | Définition et mise en ouvre d'une stratégie pour la promotion des énergies renouvelables Développement de l'électrification rurale | Projet sénégalo-nippon (1997) Projet ERSEN(2005) programme régional solaire (depuis 1990) | ENDA-ENERGIE Fondation Energies pour le monde Banques de l'habitat | CILSS Japon Espagne Allemagne Pays bas UE Fonds européen de développement |
| Recherche & Formation | CERER CIFRES UCAD | Formation initiale Formation continue Recherche | Formation PV Installation d'un four solaire pour la petite industrie | Ministère des énergies renouvelables ASER Entreprises nationales | INES (France) |
| Entreprises | SPEC PROSOLEIL AFRIWATT BETA ENERGY ECOSUN SAHEL ENERGIE SOLAR COM SENEGAL | Production de panneaux solaires Distribution, installation et maintenance de matériels solaires | Mise en place d'une chaîne de fabrication de panneaux et de mini centrales solaires Installations d'équipements solaires aux particuliers et centres communautaires | Ministère des énergies renouvelables ASER ENDA-ENERGIE TOSTAN Fondation Energies pour le monde | AFD BNP |
| ONG | ENDA-ENERGIE TOSTAN Fondation Energies pour le monde | Observation Formation Dialogue politique Appui aux projets de terrain Electrification rurale | Formations continues sur la planification Animations des réseaux de professionnels Electrification en Casamance (35 000 bénéficiaires) | Ministère des énergies renouvelables ASER CERER CIFRES UCAD | GNESD AREED EASE INFORSE TOSTAN Fondation Energies pour le monde |

| | | | | | |
|----------------------|---|---|-----------------------|-------------------------------|--|
| Consommateurs | Particuliers Association des utilisateurs | Formation à la petite maintenance | Petite maintenance | Entreprises installatrices | |
|----------------------|---|---|-----------------------|-------------------------------|--|

Les listes ne sont pas exhaustives. En général, les missions, les réalisations ainsi que les partenaires sont regroupées pour l'ensemble des acteurs d'une même catégorie afin d'éviter des redites éventuelles.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ABPP (Africa biogas partnership programme) (2011) *Programme national Burkina Faso Rapport d'activités*. ABPP.

ACKOFF, R.L. (1960) *Systems, organizations, and interdisciplinary research*. Emery F.E. Editions Systems thinking, Penguin Modern Management readings, Penguins Books; pp. 330-347.

ADEA (Association pour le développement de l'énergie en Afrique) (2009) *L'énergie en Afrique à l'horizon 2050*. AFD / Banque Africaine de développement.

ADER (Association pour le développement des énergies renouvelables) (1997) *L'énergie au futur*. Edition d'en bas.

AIE (Agence internationale de l'énergie) (1995) *L'énergie dans les pays en développement*. OCDE.

AKRICH, M.; CALLON M.; LATOUR B. (1988) *A quoi tient le succès des innovations*. Gérer et comprendre. Annales des Mines (n°12).

AKRICH, M. ; CALLON M. ; LATOUR B. (2006) *Sociologie de la traduction, Textes fondateurs*. Mines Paris les presses.

ALAMI, S.; DESJEUX, D.; GARABUAU-MOUSSAOUI, I. (2009) *Les méthodes qualitatives*. Que sais-je ?.

ALTER, N., (1996) *Sociologie de l'entreprise et de l'innovation*. Presses universitaires de France.

ALTER, N., (2000) *L'innovation ordinaire*. Presses universitaires de France.

AMARA, N. ; LANDRY, R. ET HALILEM, N. (2012) *On the measurement of novelty of innovations*. Journal of International Business and Economics.

AMBLARD, H.; BERNOUX P.; HERREROS G.; LIVIAN Y-F. (1996) *Les nouvelles approches sociologiques des organisations*. Du Seuil.

AMOZOU, E. (2010) *Le mythe du développement durable en Afrique Noire*. L'Harmattan

ASHFORD, N.; HALL, R. (2011) *The importance of regulation-induced innovation for sustainable development*. Sustainability 3, pp. 270-292.

ASSELINÉAU, A. ; PIRE-LECHALARD, P. (2009) *Le développement durable : une voie de rupture stratégique ?* Management & Avenir. Cahier : L'organisation revisitée au travers du développement durable : une approche multidisciplinaire, Vol. 6, 26, pp. 280-299.

BACHER, P. (2007) *L'énergie en 21 questions*. Odile Jacob.

BANQUE DE FRANCE (2008) *L'évolution économique et financière dans les pays africains de la zone franc*. Banque de France.

BANQUE MONDIALE (2009) *Développement dans le monde 2010 / Développement et changement climatique*. Banque Mondiale.

BARTOLI, J.-A.; LE MOIGNE J.-L. (1996) *Organisation intelligente et système d'information stratégique*. Economica.

BENALLOU, A. ; BOUGARD J. (1996). *Le solaire thermique au service du développement durable* ; RIES (Réseau International d'Énergie Solaire)

BENESSAHRAOUI, H. (2012) *Vers des pôles intégrés francophones pour le développement durable*. Liaison Énergie-Francophonie, n° spécial Rio + 20.

BENGHOZI, P.-J. (2001) *Technologies de l'information et organisation : de la tentation de la flexibilité à la centralisation*. Revue Gestion, pp 61-80.

BENT, S. (2004) *Renewable energy*. Academic Press 3^e édition.

BOMBARD, A.; CHARTIER P.; CHARPENET, L.; CUNTY, G. (1981) *L'énergie*. Bordas

BOSSARD, L. (2009) *Atlas régional de l'Afrique de l'Ouest*. OCDE

BRAUDEL, F. (1967) *Civilisation matérielle et capitalisme, XVe-XVIIIe siècle*
Armand Colin ; Collection destins du monde ; Vol.2 : Civilisation matérielle et capitalisme.

BRAUDEL, F. (1985) *La dynamique du capitalisme*. Paris: Champ Flammarion.

BRECHET, J-P ; DESREUMAUX, A. (2007) *Que faire de l'ANT en management stratégique ? Acte de conférence ; XVIIe conférence de l'AIMS, Association internationale de management stratégique*.

BRODHAG C.; BREUIL F.; GONDRAN N.; OSSAMA F. (2004) *Dictionnaire du développement durable ; AFNOR (Agence Française de normalisation)*.

BRODHAG, C. ; GONDRAN N. ; DELCHET K., (2004) *Du concept à la mise en œuvre du développement durable : théorie et pratique autour de guide SD 21000*. VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement.

BRODHAG, C. (2010) *A differentiated approach for sustainable consumption and production policies*. Natural Resources Forum, a United Nations Sustainable Development Journal.

BRODHAG, C.; GBOSSOU, C. (2011) *Pôle intégré d'excellence pour l'énergie : un processus innovant*. Liaison Energie Francophonie numéro 87.

BRODHAG, C. ; PEILLON, S. ; DUBRUC, N. ; BREUIL, F. (2011) *Responsabilité sociétale et développement durable : un enjeu pour les PME*. Rapport sur l'évolution des PME. Documentation française, 2011, pp. 179-197.

BRODHAG, C. (2011). *Connaissances, réseaux et développement durable*. Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie (IEPF). Liaison Energie Francophone 87 pp. 64-72.

BRODHAG, C. (2013) *Research universities, technology transfer, and jobcreation: What infrastructure, for what training?* Studies in Higher Education, éd. To be published.

BURGER, P. (2006) *La géothermie, une énergie d'avenir pour la production d'électricité* ; Electrosuisse.

CALLON, M. (1986) *Eléments pour une sociologie de la traduction* ; L'année sociologique, troisième série ; Volume 36 / 1986 ; Presses universitaires de France.

CALLON, M., COHENDET, P. (1999) *Réseau et Coordination*. Paris: Economica.

CAPRON, M.; QUAIREL-LANOIZELEE F. (2010) *La responsabilité sociale d'entreprise*. La Découverte.

CEA, bureau pour l'Afrique de l'Ouest (2009) *Rapport sur les conditions économiques et sociales en Afrique de l'Ouest*. Commission économique pour l'Afrique.

CEDEAO (2006) *Livre blanc pour une politique régionale sur l'accès aux services énergétiques des populations rurales et périurbaines pour l'atteinte des objectifs du millénaire pour le développement*. CEDEAO.

CEPED (2009) *La croissance urbaine en Afrique de l'Ouest : de l'explosion à la prolifération*. La chronique N°57.

CHANDY, R.; PRABHU, J. (2011). *Innovation Typologies*. Wiley International Encyclopedia of Marketing.

CHEIKH, T.D.; GNAMIEN N. G. (2010). *Le futur du commerce intra-régional en Afrique de l'Ouest*. ENDA –TM.

CHERET, I. (1962) *Etude du régime des vents en Afrique occidentale*. Service de l'hydraulique de l'AOF (Afrique de l'Ouest francophone).

CHESBROUGH, H. (2003) *Open Innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*. Boston MA : Harvard Business Press. p. 272.

CHOUAÏBOU, M. (2002) *L'Afrique à l'épreuve du développement durable*. L'Harmattan.

CHOUTEAU, M.; VIEVARD M. (2007) *L'innovation, un processus à décrypter ;* Millénaire 3, Le centre Ressources Prospectives du Grand Lyon

CMED (1989). *Notre Avenir à Tous. Rapport Brundtland*. Commission Mondiale sur l'Environnement et le Développement. Montréal: Editions du Fleuve.

COHEN, E. (1997) *Entreprise et gouvernance d'entreprise*. Encyclopédie Universalis.

COHENDET, P. ; DIANI, M. (2003) *L'organisation comme une communauté de communautés croyances collectives et culture d'entreprise*. Dalloz, Éditions ; Revue d'économie politique, 113 (5), pp. 697-720.

COTA (Collectif d'échanges pour la Technologie Appropriée) (1981) *L'énergie solaire : ses utilisations dans les pays en voie de développement*. COTA.

CREPLET, F., DUPOUËT, O.; KERN, F. (2001) *Dualité cognitive et organisationnelle de l'entreprise : le rôle différencié du manager et de l'entrepreneur*. Revue d'économie industrielle, 95, pp.9-22.

CROZIER, M.; FRIEDBERG, E. (1977) *L'acteur et le système*. Editions du seuil.

CROZIER, M.; FRIEDBERG, E. (1992) *L'acteur et le système*. Editions du seuil.

CROZIER, M. (1963) *Le phénomène bureaucratique*. Paris: Editions du Seuil.

CSAO, Club du sahel et de l'Afrique de l'ouest (2008) *Rapport Afrique de l'Ouest 2007 – 2008*. CSAO / OCDE.

CURBATOV, O. ; MARIE L.-G. (2011) *Le knowledge marketing : 10 ans après*. Université de Caen ; <http://www.unicaen.fr/colloques/cnriut2011/papers/105.pdf>.

DANDURAND, L. (2005) *Réflexion autour du concept d'innovation sociale, approche historique et comparative*. Revue française d'administration publique N° 115.

DE COURCY R. (1992) *Les systèmes d'information en réadaptation*, Québec, Réseau international CIDIH et facteurs environnementaux, no 5 vol. 1-2 P. 7-10.

DE GOUVELLO C. ; DAYO F. ; THIOYE M. (2008) *Projets énergétiques propres pour le développement de l'Afrique subsaharienne. Résumé à l'endroit des décideurs* ; Banque Mondiale.

DE MONTMOLLIN, M. (1984) *L'intelligence de la tâche – Éléments d'ergonomie cognitive*. Éditions Peter Lang, Science pour la communication.

DESANTI R. ; CARDON P. (2007) *L'enquête qualitative en sociologie*. Editions ASH.

DESANTI R. ; CARDON P. (2010) *Initiation à l'enquête sociologique*. Editions ASH.

DIAKITE, M. (1997) *Le défi de l'intégration économique en Afrique de l'Ouest*. L'Harmattan.

DIBIAGGIO, L. ; FERRARY, M. (2003) *Communautés de pratique et réseaux sociaux dans la dynamique de fonctionnement des clusters de hautes technologies*. Revue d'économie industrielle, 103, 111-130.

DIRECTION DE LA PREVISION ET DES ETUDES du Sénégal (2011). *Situation économique et financière de 2010 et perspectives en 2011*. DPEE, Sénégal.

DI STEFANO, G. ; GAMBARDELLA, A. ; VERONA, G. (2012) *Technology push and demand pull perspectives in innovation studies: Current findings and future research directions*. Research Policy

DREBORG, K. (1996) *Essence of backcasting*. Futures, Vol. 28, n°9, pp. 813–828.

ENCKELL M. (1997) *L'énergie au futur*. Editions d'en bas.

EDQUIST, C. (2011) *Systems of Innovation. Perspectives and challenges*. The Oxford Handbook of Innovation: Oxford University Press, pp. 181-208.

ENDA (1995) *Stratégies d'utilisation de l'énergie en Afrique de l'Ouest*. ENDA-ENERGIE.

ENDA (2010) *Rapport d'activités 2009 : ENDA, de Kyoto à Copenhague : une décennie de réflexions, de positionnements et d'échanges dans le processus de négociations sur les changements climatiques (1997 – 2009)*. ENDA-ENERGIE.

ENDA (2011) *Rapport d'activités 2010*. ENDA-ENERGIE.

FAO (2008) *Le climat et les changements climatiques en Afrique de l'Ouest*. FAO / CSAO

FAO (2011) *Adapter l'agriculture au changement climatique*. FAO

FAO (2011) *Situation des forêts du monde*. Rapport biennal FAO 9 è édition ; Seuil.

FAO (2008) *Guide de formulation d'une stratégie de mécanisation agricole*. Document de travail sur le génie rural et alimentaire. FAO.

FAYOL, H. (1916) *Administration industrielle et générale*. Dunod.

FONTANILLE, J. (1988) *Ce qu'innover veut dire* ; Anatomie de la vie, mensuel n°88, Novembre 1988.

FORAY, D. ; MAIRESSE, J. (1999) *Innovations et performances*. Editions EHESS (Ecole des hautes études en sciences sociales).

FREEMAN, C. (1987) *Technology, policy, and economic performance: Lessons from Japan*. Pinter Publishers p. 155.

GIRARDIER, J.-P. (1984) *Les énergies renouvelables en Afrique de l'Ouest : Le point de vue des sciences sociales*. Compte rendu de colloque ; CNRS.

FRIEDBERG, E. (1993) *Le pouvoir et la règle. Dynamiques de l'action organisée*. Le seuil (sociologie).

GANDONOU, C. (2007) *Situation des biocarburants en Afrique*. Revue le Grain n° 66

GARÇON, A.-F. (2005) *Les techniques et l'imaginaire*. Hypothèses (1) pp. 221-228

GASSANI, R. (1988) *La méthode CERVOISE : Comment élaborer, représenter et valider l'organisation des informations d'un système d'entreprise*. Les éditions d'organisation.

GBOSSOU, C. (2008) *Energies renouvelables en Côte d'Ivoire : Obstacles et solutions pour la vulgarisation de l'énergie solaire*. Rapport de stage. Bureau National d'études techniques et de développement (BNETD) ; Côte d'Ivoire.

GBOSSOU, C., BRODHAG, C. et BONFILS, S. (2010) *Étude pour la mise en place d'un Pôle Intégré Excellence en Énergie*. Institut de l'Énergie et de l'environnement de la Francophonie (IEPF).

GBOSSOU, C., BRODHAG, C. et BONFILS, S. (2010) *Document de projet, Mission de terrain auprès des institutions pour évaluer leurs besoins*. Institut de l'Énergie et de l'environnement de la Francophonie (IEPF).

GIBBONS, M.; LIMOGES, C.; NOWOTNY, H.; SCHWARZMAN, S.; SCOTT, P.; et TROW, M. (1994) *The new production of knowledge: The Dynamics of science and research in contemporary societies*. SAGE. p. 192.

GIEC (2001) *Rapport spécial « Incidences de l'évolution du climat dans les régions : Evaluation de la vulnérabilité*. GIEC.

GIEC (2007) *Bilan 2007 des changements climatiques : Rapport de synthèse*. OMM / PNUE.

GIEC (2011) *Rapport spécial sur les énergies renouvelables*. GIEC.

GIRI, J.; MEUNIER, B. (1977) *Evaluation des énergies nouvelles pour le développement des Etats africains*. SEMA.

GODET, M.; DURANCE P. (2011) *La prospective stratégique*. Dunod.

GUIGON, P.; BELLASSEN, V.; et AMBROSI, P. (2009) *Voluntary Carbon Markets: What the Standards Say*; Working Paper, Mission Climat. Caisse des Dépôts.

GUIGOZ, Y. (1999) *Ressources et pouvoir : un lien dépassable par l'utopie solaire ?* Université de Genève.

GUILHON, B.; HUARD P.; ORILLARD M. et ZIMMERMANN J-B. (1997) *Economie de la connaissance et organisations*. L'Harmattan.

HANSEN, E.; GROSSE-DUNKER, F. et REICHWALD, R. (2009) *Sustainability innovation cube —a framework to evaluate sustainability-oriented innovations*. International Journal of Innovation Management. Vol. 13, 4, pp. 683–713.

HATCHUEL, A.; LE MASSON, P. et WEIL, B. (2010) *Platforms for the design of platforms: collaborating in the unknown*. *Platforms, Market and Innovation*; Edward Elgar, pp. 273-305.

HEDUIT, M. (1993) *La filière biogaz dans les pays en développement* ; Les publications du Québec.

HEURAUX, C. (2010) *L'électricité au cœur des défis africains*. Karthala.

IEPF/AUF (2008) *Défis énergétiques et environnementaux : Solutions pour un développement durable. Rapport de colloque*. Institut de l'Energie et de l'environnement de la Francophonie.

2IE (Institut international d'ingénierie de l'eau et de l'environnement) (2010) *Réalités et perspectives*. 2IE.

ISO 26000 (F). (2010) *ISO 26000, Lignes directrices relatives à la responsabilité sociétale*. Organisation Internationale de Normalisation.

JACQUET, N. ; DARMON, D. (2005) *Les pôles de compétitivité* ; La documentation Française.

JENSEN, M. B.; JOHNSON, B.; LORENZ, E. et LUNDVALL, B.-A. (2007) *Forms of knowledge and modes of innovation*. Research Policy, Vol. 36, pp. 680–693.

KLIJN, E-H.; KOPPENJAN, J. et TERMEER, K. (1995) *Managing Networks in the Public Sector: A Theoretical Study of Management Strategies in Policy Networks*. Public Administration, Vol 73, No 3, 437-454.

KHENNAS, S. (1993) *Industrialisation, ressources minières et énergie en Afrique*. Karthala

KHENNAS, S. (1993) *Industrialisation, ressources minières et énergie en Afrique*. CODESRIA.

KUHLMANN S.; ARNOLD E. (2001) *RCN in the Norwegian Research and innovation system*; Background report N°12 in the evaluation of the Research Council of Norway.

KIRK, S. (2009) Impacts sur la santé de l'utilisation domestique du bois de feu dans les pays en développement. FAO.

KOUTOUZI, N. R. (2008) *Problématiques énergétiques et protection de l'environnement en Afrique ; Contraintes et opportunités pour un développement durable*. Harmattan.

LACHAL, B. ; ROMERIO F. (2003) *L'énergie, controverses et perspectives* ; CUEPE (Centre Universitaire des problèmes de l'énergie).

LANCINE, S. (1992) *Energie solaire et électricité domestique pour le développement du sahel. Comment évaluer les besoins ; coûts, avantages de la solution photovoltaïque*. Ecole d'été UNESCO.

LANDRY, R. ; AMARA, N. et LAMARI, M. (2000) *Does Social Capital Determine Innovation? To What Extent?* Curitiba, Brazil: 4th International Conference on Technology Policy and Innovation, August 28-31.

LASCOUMES, P. ; LE GALES, P. (2004) *L'action publique saisie par ses instruments*. Presses de Sciences Po.

LATOUR, B. (2006) *Changer de société, refaire la sociologie*. La découverte.

LE BOTERF, G. (1990) *L'ingénierie et l'évaluation de la formation*. Les Éditions d'Organisation.

LE BOTERF, G. (2007) *Professionaliser, quels enjeux ? Quels parcours de professionnalisation ?* Conférence du 7 décembre 2007- Palais Beaumont- Pau.

LE BULLETIN AFRICAIN (2005) *Accès à l'énergie : les résultats*. GNESD / PNUD

LESSARD-HEBERT, M.; GOYETTE, G. et BOUTIN, G. (1997) *La recherche qualitative*. De Boeck.

LEVET, J. (2007). *Petites centrales hydroélectriques : généralités*; RIAED

LHOMME, J-C. (2008). *Les énergies renouvelables* ; Editions Delachaux et Niestlé

LUNDVALL, B-Å. (1985) *Product Innovation and User-Producer Interaction*. Aalborg University Press, p. 39, Industrial Development Research Series. No. 31.

MAHE, G.; OLIVRY, J-C et SERVAT, E. (2005) *Sensibilité des cours d'eau ouest-africains aux changements climatiques et environnementaux : extrêmes et paradoxes*. IAHS-AISH publication, Vol. 296, pp. 169-177.

MAILLAT, D. ; QUEVIT M. ; SENN L. (1993) *Réseaux d'innovation et milieux innovateurs : un pari de développement régional*. EDES (Division économique et Sociale – Université de Neuchâtel).

MERCIER-LAURENT, E. (2011) *Les écosystèmes de l'innovation*. Hermes Lavoisier, Coll. Business, économie et société, 2011. p. 268.

MILES, M. ; HUBERMAN M. (2003) *Analyse des données qualitatives*. De Boeck.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (2005) *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Millennium Ecosystem Assessment. Washington : Island Press.

MINISTERE DE L'ENERGIE DU SENEGAL (2007) *Système d'information énergétique* Rapport d'activités. Direction de l'énergie du Sénégal.

MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE L'ASSAINISSEMENT DU MALI. (2009) *Evaluation intégrée des écosystèmes : cas de la région de Mopti au Mali*. République du Mali. Rapport provisoire p.114.

MINTZBERG, H. (1994) *Rounding out the manager's job*. Sloan Management Review . pp. 11-26

- MOORE, G.** (1991) *Crossing the Chasm: Marketing and Selling High-Tech Products to Mainstream Customers*. Harperbusiness p. 256.
- MOORE, J.F.** (1993) *Predators and prey: a new ecology of competition*. Harvard Business Review. pp. 75-86.
- MOUCHOT, A.** (1980) *La chaleur solaire et ses applications*. Librairie scientifique et technique, Albert Blanchard.
- MOWERY, D.; SAMPAT, B.** (2011) *Universities in national innovation systems*. *The Oxford Handbook of Innovation*; Oxford University Press, pp. 209-239.
- NGANOU, K. R.; BOSSOKEN, E.; WANDJI K. et N'GAHANA P.,** (2008). *Problématiques énergétiques et protection de l'environnement en Afrique*. L'harmattan.
- N'GORAN, C.** (2006) *Communautés locales et gestion durable des énergies en Afrique ; cas de la Côte d'Ivoire*. SGP-UNOPS-UNDP.
- NONAKA, I.; KONNO, N.** (1998) *The concept of Ba: Building a Foundation for Knowledge-Creation*. California Management review 40 (3) pp. 40-54.
- NONAKA, I.; TAKEUCHI, H.** (1995) *The knowledge creating company: how Japanese companies create the dynamics of innovation*. New York: Oxford University Press.
- NORMAN, D.** (1998) *The Invisible Computer: Why Good Products Can Fail, the Personal Computer Is So Complex, and Information Appliances Are the Solution*. Boston : MIT Press, 1998. p. 316
- OCDE, EUROSTAT.** (2005) *La mesure des activités scientifiques et technologiques, Manuel d'Oslo, Principes directeurs pour le recueil et l'interprétation des données sur l'innovation*. 3^e édition. Éditions OCDE, p. 186.
- OCDE** (2007) *Reviews of Innovation Policy: Chile*. Paris; OECD Publishing.

ONU (2012) *L'avenir que nous voulons*. Assemblée générale de l'ONU; Soixante-sixième session ; paragraphe 127.

OSTROM, E.; GARDNER, R. et WALKER, J. (1994) *Rules, games, and common-pool resources*. University of Michigan Press. p.392.

OSTROM, ELINOR. (2005) *Understanding institutional diversity*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

OUEDRAOGO, N. (2011) *Les défis énergétiques et le développement socio-économique de l'Afrique Sub-saharienne*, Thèse de doctorat ; Paris Dauphine.

OZER P.; ARIORI S. L. (2005) *Evolution des ressources forestières en Afrique de l'Ouest Soudano- Sahélienne des cinquante (50) dernières années* ; Géo-Eco-Trop.

PAAE (Partenariat Afrique-UE pour l'énergie) (2010) *Accès et sécurité pour l'Afrique et l'Europe. Première conférence de haut niveau. Vienne, Autriche: Partenariat Afrique-UE pour l'énergie*.

PAILLE, P. (2006) *La méthodologie qualitative*. Armand Colin.

PAILLE, P. ; MUCCHIELLI A. (2008) *L'analyse qualitative en sciences sociales et humaines*. Armand Colin.

PERCEBOIS, J. (1975) *L'énergie solaire ; perspectives économiques*. Centre National de la recherche scientifique.

PNUD (2001) Rapport sur le développement humain. PNUD.

PNUD (2008) *Le renforcement des capacités*. New York. PNUD.

PNUE (2011) Evolution des conditions climatiques dans la région du sahel et en Afrique de l'Ouest. PNUE / OIM / OCHA / UNU / CILSS.

PNUE (2011) *Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication*, www.unep.org/greeneconomy; PNUE.

PORTER, M. (1991) *America's Green Strategy*. Scientific American. Vol. 264, p. 168.

PORTER, M.; VAN DER LINDE, C. (1995) *Towards a new conception of environment competitiveness relationship*. Journal of Economic Perspectives. Vol. 9, pp. 97-118.

PORTER, M.; VAN DER LINDE, C. (1995) *Green and Competitive: ending the stalemate*. Harvard Business Review, pp 120-134.

PORTER, M.; KRAMER, M. R. (2011) *The big idea: creating shared value*. Harvard Business Review. pp. 62-77.

POTTER, C.; BROUGH, R. (2004) *Systemic capacity building: a hierarchy of needs*. Health Policy and Planning.

RALLET, A. ; TORRE, A. (2004) *Proximité et localisation*. Économie rurale (280), 25-41.

REGION RHONE ALPES (2010) *Etude du développement de l'énergie solaire en Rhône Alpes*. Région Rhône Alpes.

REN 21 (2011) *Renewables 2011 Global Status report*. PNUE.

RENARD, L. et ST ARMAN, G. (2004) *Capacité, capacité organisationnelle et capacité dynamique : une proposition de définition*. ASAQ. QuébecS.

ROGERS, E. M. (1962) *Diffusion of innovations*. Free Press of Glencoe, p. 367.

ROMEIRO, F. (2007) *Les controverses de l'énergie*. Le savoir faire Suisse.

ROSANAS, J. M. (2006) *Controversial management theories: implications for teaching and research*. Barcelona: IESE Business School University of Navarra, p.8

ROSSELET A. (1997) *L'énergie au futur*. Editions d'en bas.

RURAL 21 (2011) *Adapter l'agriculture africaine au changement climatique*. RURAL 21.

SAGASTI, F.R. (1979) *Towards endogenous science and technology for another development*. Development dialogue n°1, p. 13-23.

SANGARE, L. (1998) *Les fondements économiques d'un état confédéral en Afrique de l'Ouest*. L'harmattan.

SARR S. (2012) *L'Afrique de l'Ouest face aux enjeux de la transition énergétique*. Passerelles ; Volume 13 ; n°2.

SAVADOGO, L. (1993) *L'idée régionale en Afrique de l'Ouest*. Presses universitaires de Perpignan

SCHENKEL, Y.; BENABDALLAH, B. (2005) *Guide Biomasse Energie*. Les publications de l'IEPF (Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie)

SCHUMPETER, J. (1934) *The Theory of Economic Development*. Cambridge, Massachusetts. Harvard University Press

SCHUMPETER, J. (1939) *Business Cycles: A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Proces*. New York : McGraw Hill

SEBES (Stratégies Energétiques, Biosphère et Société), Forum interdisciplinaire indépendant, (1995). *Le soleil pour un développement durable*. georEditeur.

SENGE, P. ; GAUTHIER, A. (1992) *La Cinquième Discipline. L'Art et la manière des organisations qui apprennent*. First.

SHISHLOV, I. et BELLASSEN, V. (2012) *Dix enseignements pour les dix ans du MDP*. Paris: CDC Climat, Etude climat.

SIMON, H. (1955) *A behavioral model of rational choice*. Quarterly Journal of Economics, n°69, pp. 99-118.

SMDD. (2002) *Déclaration de Johannesburg sur le développement durable*. Sommet mondial pour le développement durable. Johannesburg (Afrique du Sud): ONU.

SMITH, K.R. (1993) *Fuel combustion, air pollution exposure, and health: the situation in developing countries*. Annual Review of Energy and Environment.

SMITH, K.R.; ROGERS, J.; COWLIN, S.C. (2005). *Household fuels and ill-health in developing countries: what improvements can be brought; LP gas (LPG)?* Paris, France, World LP Gas Association & Intermediate Technology Development Group.

STAR S.; GRIESEMER J. (1989) *Institutional Ecology, 'Translations' and Boundary Objects: Amateurs and Professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907-1939*. *Social Studies of Science*, vol. 19, n° 3, 387-420.

SOW A., (1998) *Projet sénégal-Allemand. Energie solaire photovoltaïque : Optimisation de la maintenance dans les zones à faible densité de systèmes photovoltaïques familiaux*. Rapport final.

SYLLA E. (2008) *Sénégal : projet Sénégal-Allemand d'énergie solaire photovoltaïque*. RIAED.

TAMPONE I. (2003) *La Politique Energétique Commune (PEC) de l'UEMOA et le rôle des systèmes d'information énergétique*. Liaison Energie Francophonie N° 59.

TIENE M. (2004) *Problématiques du développement de l'énergie solaire en Côte d'Ivoire*. Rapport de stage au Bureau National d'études techniques et de développement. BNETD

TOTTE, M. ; DAHOU, T.; BILLAZ, R., (2003) *La décentralisation en Afrique de l'Ouest ;* Karthala.

UEMOA (2008) *Etude pour l'élaboration d'une stratégie de résolution durable de la crise de l'énergie électrique dans les Etats membres de l'UEMOA. Volume 1 : Diagnostic, scénarii, vision et stratégies* ; UEMOA.

UEMOA (2008) *Etude pour l'élaboration d'une stratégie de résolution durable de la crise de l'énergie électrique dans les Etats membres de l'UEMOA. Volume 2 : Monographies pays.* UEMOA.

UEMOA (2008) *Etude pour l'élaboration d'une stratégie de résolution durable de la crise de l'énergie électrique dans les Etats membres de l'UEMOA. Résumé exécutif.* UEMOA.

UNESCO (1996) *Energies renouvelables : la solution en puissance.* Sources ; UNESCO.

VALENDUC G. ; VENDRAMIN P. (2006) *Fractures numériques, inégalités sociales et processus d'appropriation des innovations.* Terminal n° 95 -96. L'Harmattan.

VAN GIGCH, J. P. (1987) *Decision making about decision making- Metamodels and matasystems.* Abacus press, p. 293.

VERNIER, J. (2007) *Les énergies renouvelables. Que sais-je ?*

VIDAL, P. ; PETIT V. (2009) *Systèmes d'informations organisationnels (2è édition)* ; Person éducation.

VOLLENBROEK, F., A. (2002). *Sustainable development and the challenge of innovation.* Journal of Cleaner Production. Vol. 10, pp. 215–223.

WEAVER, R., D. (2008) *Collaborative pull innovation: origins and adoption in the new economy.* Agribusiness. pp.388–402.

WEBER, M. (1958) *The three types of legitimate rule.* Berkeley Publications in Society and Institutions, Vol. 4, 1, pp. 1-11.

WENGER, E. (1999) *Communities of practice: learning, meaning, and identity*. Cambridge University Press p. 336.

WRIGHT, L.; NEWMAN, A. et DENNIS, C. (2006) *Enhancing consumer empowerment*. European Journal of Marketing, “Customer Empowerment”, vol 40, 9-10, pp.925-93.

WINKELMAN, A.G.; MOORE M. R. (2011) *Explaining the Differential Distribution of Clean Development Mechanism Projects Across Host Countries*. Energy Policy 39 (3): pp. 1132–1143.

YODA, B. (2004) *Gestion participative des projets de développement : outils et méthodes d'intervention*. Mémoire de 3^e cycle d'agronomie; ENA MEKNES.

École Nationale Supérieure des Mines de Saint-Étienne

NNT: 2013 EMSE 0694

Christophe GBOSSOU

Thesis title: IMPLEMENTATION OF AN EXCELLENT INTEGRATED POLE FOR THE RENEWABLE ENERGIES. THE CASE OF THE SOLAR ENERGY IN WESTERN AFRICA

Speciality: Science and engineering of the environment

Keywords : west Africa; solar energy ; actors; innovation; interactions; ecosystem; production of knowledge; capacity building.

ABSTRACT

The purpose of this thesis is the building an integrated excellence pole for solar energy in West Africa. Three countries have been identified as areas for experimentation (Burkina Faso; Cote d'Ivoire; Senegal).

Field surveys in these territories and sector analysis allow to highlight the interactions among the solar sector actors in the three countries (political field, research and training, business, civil society, users). The realization of direct influence matrices from the results of solar energy sector analysis in the countries helped us to understand the low level of relationship among interdependent stakeholders.

The results show that the public authorities are still the dominant players, despite the weakness of their willingness. Private companies and non-governmental organizations have a liaison role playing an essential task of solar equipment installation and projects development especially in rural areas. The users of the solar sector are dominated players without influence on the other players especially the public authorities. The research actors clearly appear as isolated: Their results are generally limited to theoretical courses, the conduct of experiments and prototypes that rarely reach public release phase. The constructed pole allows to stabilize, to settle and to make the produced knowledge circulate and the capacities developed by the actors in interaction within an ecosystem.

École Nationale Supérieure des Mines de Saint-Étienne

NNT: 2013 EMSE 0694

Christophe GBOSSOU

Titre de la thèse : MISE EN PLACE D'UN POLE INTEGRE D'EXCELLENCE POUR LES ENERGIES RENOUVELABLES. CAS DU SOLAIRE EN AFRIQUE DE L'OUEST

Spécialité: Science et génie de l'environnement

Mots clefs : Afrique de l'Ouest ; énergie solaire ; innovations ; acteurs; interactions; écosystèmes; productions de connaissances; renforcement de capacités.

RÉSUMÉ:

L'objectif du travail est la mise en place d'un pôle intégré d'excellence pour l'énergie solaire en Afrique de l'Ouest. Trois pays y ont été identifiés comme territoires d'expérimentation (Burkina Faso ; Côte d'Ivoire ; Sénégal).

Les enquêtes de terrain dans ces territoires suivies d'une analyse de filière a permis de mettre en évidence les interactions entre les acteurs de la filière solaire dans les trois pays (pouvoirs publics ; recherche et formation ; entreprises ; société civile ; utilisateurs). La réalisation de matrices d'influences directes à partir des résultats de l'analyse de la filière solaire dans les pays a permis de comprendre le faible niveau de relations entre les acteurs interdépendants.

Les résultats révèlent que les pouvoirs publics demeurent les acteurs dominants de la filière solaire dans les trois pays, malgré la faiblesse de leur volonté. Les entreprises privées et les organisations non gouvernementales sont des acteurs relais (entre les pouvoirs politiques et les utilisateurs) qui jouent un rôle d'installation d'équipements solaires et de développement de projets surtout en milieux ruraux. Les utilisateurs (consommateurs) de la filière solaire sont des acteurs « dominés » qui n'ont pas d'influence sur les autres acteurs notamment les pouvoirs politiques. La recherche et la formation dont les résultats se limitent à des formations théoriques ou des expérimentations non diffusées restent des acteurs isolés.

Le pôle intégré construit permet de stabiliser, régulariser et faire circuler entre eux les connaissances produites et les capacités développées par les acteurs en interactions au sein d'un écosystème.