



Improving Economic and Social Impact of Rural Electrification (IMPROVES-RE)

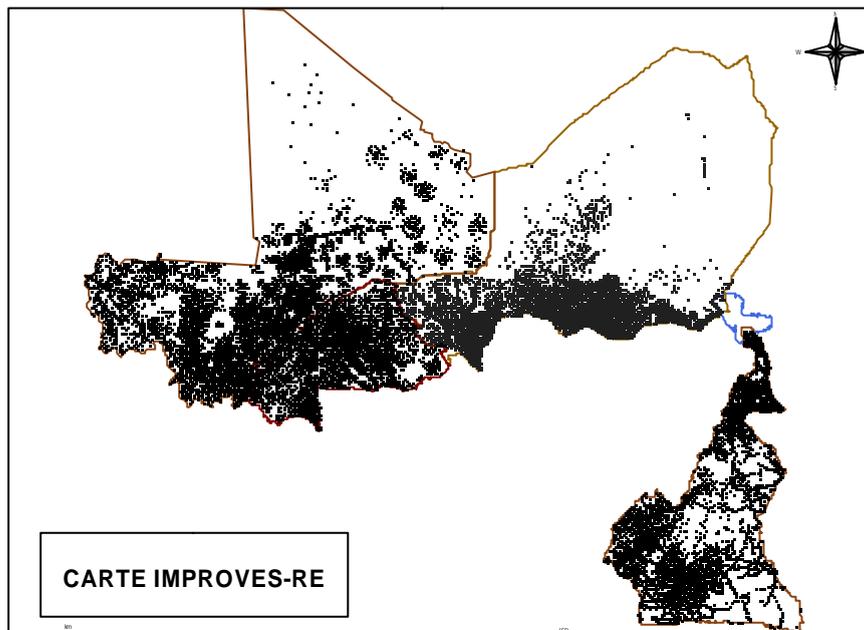
Amélioration de l'impact social et économique de l'électrification rurale

BURKINA FASO, CAMEROUN, MALI et NIGER

- D3-

DONNEES MULTISECTORIELLES ET SYSTEME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE

ELEMENTS THEORIQUES ET PRATIQUES POUR L'ELABORATION D'UN MODELE ALTERNATIF DE PLANIFICATION DE L'ELECTRIFICATION RURALE - ETAT DU SIG DANS LES QUATRE PAYS



Projet cofinancé par le Programme COOPENER de la Commission Européenne



Coordination européenne

Innovation Energie Développement (IED)

2, chemin de la chaudière

69340 Francheville – France

Tél. +33 4 72 59 13 20, Fax : +33 4 72 59 13 39

ied@ied-sa.fr - www.ied-sa.fr

TABLE DES MATIERES

1. INTRODUCTION.....	3
2. EQUIPES NATIONALES DE SUIVI DU PROJET	4
2.1 UNE DEMARCHE PRATIQUE.....	4
2.2 ETAT D'AVANCEMENT DANS CHAQUE PAYS.....	4
3. VERS L'ELABORATION D'UN MODELE ALTERNATIF DE PLANIFICATION DE L'ELECTRIFICATION: ELEMENTS THEORIQUES	5
3.1 INTRODUCTION A LA NOTION DE POLYGONE D'ATTRACTION SOCIOECONOMIQUE : UNE ANALYSE PAR L'OFFRE.....	5
3.1.1 <i>Définitions.....</i>	5
3.1.2 <i>Aire d'attraction « socio-économique » d'un pôle de développement.....</i>	5
3.2 NOTION DE CERCLE D'ATTRACTION ELECTRIQUE : UNE ANALYSE PAR LA DEMANDE	7
3.2.1 <i>Introduction.....</i>	7
3.2.2 <i>Ingrédients économiques et financiers</i>	7
3.2.3 <i>Différents cas de figures</i>	8
3.2.4 <i>Intégration dans un SIG : traduction mathématique et géographique du cercle d'attraction.....</i>	10
3.2.5 <i>Traitement de la demande et des opportunités d'interconnexion.....</i>	10
3.2.6 <i>Traitement de l'offre</i>	11
3.3 LIEN ENTRE LES POLYGONES D'ATTRACTION SOCIO-ECONOMIQUE ET LES CERCLES D'ATTRACTION ELECTRIQUE : PERSPECTIVES EN VUE D'UN MODELE ALTERNATIF DE PLANIFICATION.....	12
3.3.1 <i>Principe d'intégration de la demande.....</i>	12
3.3.2 <i>Analyse d'interconnexion</i>	12
3.3.3 <i>Cas des localités isolées.....</i>	13
3.4 CONCLUSION.....	13
4. DONNEES MINIMALES	14
4.1 FICHER DES LOCALITES	14
4.2 DONNEES MINIMALES POUR LE CALCUL DE L'IPD	14
4.3 ETAT D'AVANCEMENT DE LA COLLECTE/CONSOLIDATION DES DONNEES MINIMALES	14
5. CHOIX DES ZONES PILOTES	15
5.1 CONSIDERATIONS ISSUES DE BAMAKO	15
5.2 ORIENTATIONS PRATIQUES	16

1. INTRODUCTION

Ce rapport, qui fait également office de note méthodologique a été rédigé par IED suite à l'atelier de Bamako, dans la perspective de l'élaboration d'un modèle alternatif de planification de l'électrification rurale. Ce modèle vise l'amélioration de l'impact de l'électrification rurale sur le développement économique et social.

La note méthodologique est destinée aux partenaires institutionnels et aux sous-traitants dans les quatre pays.

Elle comprend quatre principales parties :

- 1- La mise en place des équipes nationales de suivi du projet
- 2- Les éléments théoriques du modèle
- 3- Les données minimales à collecter et l'état d'avancement du système d'information géographique par pays
- 4- Le choix des zones pilotes et les propositions du Consortium

2. EQUIPES NATIONALES DE SUIVI DU PROJET

2.1 Une démarche pratique

Dans chaque pays, le programme IMPROVES-RE prévoit l'organisation d'un atelier d'une journée pour présenter le projet aux acteurs multisectoriels et à ceux en charge de la production et de l'analyse de données socioéconomiques et géographiques, et inscrire l'échange d'informations multisectorielles dans la durée.

Certains pays ont déjà entrepris de mettre en place des Comités multisectoriels Energie. Le projet s'appuiera dans la mesure du possible sur les structures existantes, et les renforcera au besoin.

En l'absence de structures formalisées (ou en cas de difficulté à les mobiliser), un cadre informel de collaboration – et particulièrement d'échanges de données - sera mis en place par le projet avec l'appui du sous-traitant local, avec en perspective l'évolution vers un dispositif plus institutionnel.

2.2 Etat d'avancement dans chaque pays

Si en théorie, la collecte des données devait s'appuyer sur les dynamiques multisectorielles en place ou mises en place avec l'appui du programme IMPROVES-RE, le processus de collecte des données a avancé en pratique plus rapidement. En effet, bien que la collecte des données soit relativement bien avancée dans les pays (cf. 4.3), trois pays sur quatre n'ont pas encore organisé leur premier atelier multisectoriel.

Cette situation tient en particulier au temps de mise en place institutionnelle du programme dans certains pays, à l'expérience historique du Consortium dans les pays concernés, à son ancrage local par le biais de ses sous-traitants, et à l'appui institutionnel de certains partenaires du programme pour la collecte des données.

Toutefois, pour inscrire ce processus multisectoriel dans la durée et renforcer l'impact économique et social de l'électrification rurale, le programme ne pourra pas faire l'économie d'un appui à la mise en relation durable des acteurs multisectoriels à l'échelle nationale, tel qu'explicité dans le document de projet.

Le tableau ci-dessous dresse un état d'avancement de cette démarche multisectorielle, ainsi que les programmations prévues avant la fin de l'année 2005 dans les quatre pays:

PAYS	Comité multisectoriel	Atelier multisectoriel IMPROVES-RE
BURKINA FASO	Oui(*)	Programmé pour la semaine du 07 novembre 2005
CAMEROUN	Oui(**)	Programmé pour la semaine du 12 décembre 2005
MALI	Oui	Réalisé le 26/07/05
NIGER	Oui	Programmé pour la semaine du 21 novembre 2005

(*) A confirmer

(**) Un groupe de travail multisectoriel a été mis en place par l'Agence d'Electrification Rurale (AER) au Cameroun, dans le cadre du PANERP (Plan d'Action National Energie pour la Réduction de la Pauvreté). Il servira éventuellement d'appui au programme IMPROVES-RE, dépendant de la capacité du programme à le mobiliser dans les temps.

3. VERS L'ELABORATION D'UN MODELE ALTERNATIF DE PLANIFICATION DE L'ELECTRIFICATION: ELEMENTS THEORIQUES

L'atelier de Bamako a souligné l'enjeu du choix des localités à électrifier en priorité dans la démarche de planification. Dans une approche alternative visant l'amélioration de l'impact économique et social de l'électrification, ce choix doit intégrer des considérations autres que le seul Taux de Rentabilité Interne (TRI).

L'orientation méthodologique de IMPROVES-RE consiste alors à définir une grille d'analyse multicritère reposant sur l'Indicateur de Développement Humain (IDH), permettant de cibler en priorité des localités à fort potentiel de développement. Cette approche conduit à la mise en place d'un Indicateur du Potentiel de Développement (IPD) pour chaque localité du territoire considéré, et à une classification de ces localités basée sur la valeur de cet indicateur.

L'approche permet ainsi de combiner à la fois des objectifs d'aménagement du territoire, de développement économique et social, et des considérations techniques, économiques et financières des projets classiques d'électrification rurale.

Cette intégration multidimensionnelle fait recours aux fonctionnalités des Systèmes d'Information Géographiques (SIG) et s'effectue grâce à la combinaison de deux notions importantes :

- Les polygones d'attraction socio-économiques
- Les cercles d'attraction électriques.

Ces deux notions, ainsi que leur articulation, sont présentées ci-après.

3.1 Introduction à la notion de polygone d'attraction socioéconomique : une analyse par l'offre

3.1.1 Définitions

- 1- **Indicateur du Développement Humain (IDH)** : l'indicateur de développement humain est un indice composite calculé par le Programme des Nations Unies pour le Développement (P.N.U.D.), dont la valeur s'échelonne entre 0 et 1. L'IDH combine l'espérance de vie, le niveau de connaissances mesuré par le taux d'alphabétisation des adultes et le Taux brut de scolarisation (tous niveaux : primaire, secondaire et supérieur), ainsi que le P.I.B. réel par habitant ajusté en parité de pouvoir d'achat (PPA). (les PIB dépassant la moyenne mondiale sont ajustés).
- 2- **Indicateur du Potentiel de Développement (IPD)** : construit sous le prisme de l'IDH (Indicateur du Développement Humain), il mesure la capacité d'une localité à enrayer la pauvreté sur le territoire constitué par elle-même et par les localités dites de sa « périphérie socio-économique ». Conformément aux composantes de l'IDH, cette capacité de lutte contre la pauvreté est déterminée par la présence d'infrastructures d'accès à l'éducation, à la santé et aux activités économiques.
- 3- **Pôle de développement (PdD)**: il s'agit d'une localité disposant d'un Indice de Potentiel de Développement (IPD) relativement élevé. Un pôle de développement, encore appelé **Centre** de développement, est un "embryon urbain" c'est-à-dire un espace où l'habitat et les activités se concentrent pour atteindre une certaine densité. Le PdD est le lieu des emplois secondaires ou tertiaires, par opposition aux emplois primaires (agricoles) qui tendent à se diffuser dans la profondeur des territoires. Pour un territoire et une localité donnés, le fait d'être considéré comme pôle de développement dépend à la fois de la valeur de son IPD et du nombre maximal (n) de PdD à l'échelle du territoire considéré : les localités disposant des (n) meilleurs IPD sont les Pôles de développement de ce territoire.

3.1.2 Aire d'attraction « socio-économique » d'un pôle de développement

Du fait des activités et services qu'il concentre, le pôle de développement a une capacité d'attraction sur les autres localités, tant en termes d'emplois (marchés, artisanat, ateliers divers, agro-industrie, etc.) que de services (écoles, centres de santé, administrations, etc.).

diagrammes de Voronoï, qui déterminent les aires d'influence de chaque centre i .

L'exemple ci-dessus illustre le résultat dans le cas d'une zone de la province de l'ouest au Cameroun :

- Les carrés représentent les centres de développement, définis comme étant les lieux disposant à la fois d'un centre de santé, d'une école et d'un marché.
- Les carrés jaunes sont les centres de développement électrifiés.
- Les polygones définissent le bassin d'attraction d'un centre de développement.
- Les points noirs représentent les autres localités.

Le modèle laisse ainsi apparaître les localités dites de la "**périphérie**" d'un centre, dont le nombre et la densité sont plus ou moins importants selon les centres. De plus, l'aire des polygones obtenus est plus ou moins grande, ce qui permet d'introduire une dimension qualitative supplémentaire concernant l'accessibilité effective du centre.

En effet, si le modèle n'est pas **excluant** (toutes les localités du territoire sont nécessairement rattachées à un centre) et donc "politiquement correct", il introduit une dimension qualitative importante concernant l'accessibilité effective. Cet aspect qualitatif sera particulièrement développé à l'échelle des zones pilotes.

L'ensemble **centre+périphéries** constitue une grappe, ou **cluster**. A partir de cette étape, une classification supplémentaire peut être effectuée entre les clusters ainsi obtenus, afin de déterminer les priorités en terme d'électrification.

3.2 Notion de cercle d'attraction électrique : une analyse par la demande

3.2.1 Introduction

Les modèles nigérien et ivoirien présentés à Bamako ont permis d'introduire un concept important, celui du cercle d'attraction électrique d'une localité.

Si la notion d'attraction socio-économique part de l'offre d'activités et de services d'un centre de développement, la notion d'attraction électrique est quant à elle définie à partir de la demande. Il s'agit d'exprimer géométriquement la capacité financière des usagers potentiels d'une localité à amortir une ligne électrique moyenne tension qui serait installée pour alimenter cette localité.

3.2.2 Ingrédients économiques et financiers

- 1- La demande prévisionnelle d'électricité d'un usager potentiel est prise en compte dans la limite de sa capacité à payer le service (notion de facture cible pour chaque catégorie d'utilisateur).
- 2- La demande globale potentielle d'électricité d'une localité rurale est considérée proportionnelle à sa population ; plus précisément :
 - La demande d'électricité de l'habitat est directement proportionnelle au nombre de ménages, classés par niveaux de pouvoir d'achat
 - La demande d'électricité des activités et infrastructures est également proportionnelle à la taille de la population, avec toutefois des effets de seuil. Lors du passage d'une catégorie de taille inférieure (exemple hameau, petit village) à une catégorie supérieure (exemple village moyen, et a fortiori bourg constituant un pôle économique), la croissance de la demande des activités et infrastructures est plus que proportionnelle à la croissance de la population
- 3- S'agissant de raisonner sur un équipement de transport d'électricité dont le dimensionnement n'est pas connu a priori, on va quantifier la demande en puissance prévisionnelle (kW-MW), à des horizons cohérents avec la durée de vie d'une ligne MT.
- 4- Dans un contexte géographique donné (caractérisé d'une part par la distance entre les localités et d'autre part par la distance entre les sous-ensembles à desservir et les postes HT/MT existants ou envisageables), il existe un dimensionnement moyen type de ligne MT (exemple $3 \times 54,6^2$ ou $3 \times 75,5^2$) de coût connu, et un principe d'espacement des

transformateurs MT/BT permettant de dégager un ratio de coût de transformateur (et équipements associés) par km de ligne d'interconnexion.

Les coût d'investissement de ligne et transformateurs sont convertis en annuité constante d'amortissement par la formule VPM dans Excel.

Dans ce même contexte géographique, il existe un coût de référence de l'électricité prélevée sur un réseau existant (ou une source particulière point de départ possible d'une ligne de transport).

5- Eclatement des factures courantes (par exemple mensuelles). Dans les factures cibles représentatives des catégories d'usagers d'une localité, on isole :

- L'amortissement du branchement
- L'amortissement du réseau local de distribution
- Les charges de maintenance de ce réseau
- Les frais de relève, facturation, recouvrement
- Les frais généraux et la marge de la structure opérateur

Le solde représente la capacité à rémunérer l'approvisionnement en énergie en tête du réseau, sous deux aspects indissociables :

- Une disponibilité de puissance
- Une quantité d'énergie

En isolant le coût de l'énergie résultant de la modélisation de la demande déjà effectuée et du coût de référence « à la source éloignée », on fait ressortir la capacité d'amortir une ligne de transmission (cet amortissement étant logiquement réparti à raison des puissances souscrites par les usagers).

Ayant précédemment déterminé les coûts de ligne MT (plus transformateurs) au km, on obtient alors la longueur d'une ligne ou d'un segment de ligne d'interconnexion que l'ensemble des usagers d'une localité peuvent « se payer ». Les calculs tarifaires permettent alors d'obtenir un ratio brut du style **1,5km de ligne MT pour 1000 habitants**

Il est ensuite aisé d'introduire des modulations relevant :

- De préoccupations d'aménagement du territoire (par exemple une volonté d'accélérer l'électrification des unités administratives)
- D'une volonté (qui peut être liée au premier point) d'appliquer des subventions de façon différenciée et efficace en terme de développement territorial : par exemple si la ligne MT est subventionnée à 50% pour les unités administratives, les rayons des cercles correspondant doublent...

3.2.3 Différents cas de figures

Le plan directeur d'électrification rurale va devoir sérier, dénombrer et le cas échéant lister nommément :

- les villages à raccorder à un réseau national,
- les villages à raccorder à un pôle thermique local,
- les villages à équiper d'un système isolé,
- les localités concernées par des actions de soutien de la pré-électrification.

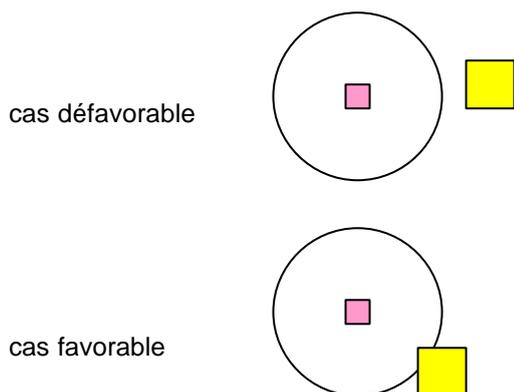
La préconisation d'inventaire systématique des possibilités d'interconnexion, résultant des analyses technico-économiques et tarifaires selon les principes au point 3.2.2 ci-dessus, va devoir s'appliquer méthodiquement à travers les fonctionnalités d'un Système d'Information Géographique.

Les localités de faible taille (par exemple de moins de 300 habitants) ne sont pas étudiées, car elles viendraient encombrer et même fausser l'analyse. Les investigations classiques sur les

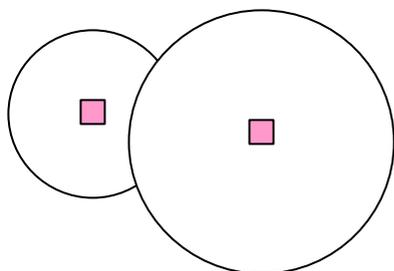
systemes électriques montrent en effet que les très petites localités ne peuvent être des déterminants du schéma global de répartition de l'énergie électrique.

Les localités déjà électrifiées ne sont pas entourées d'un cercle d'attraction, car **les cercles d'attraction servent à matérialiser l'espace - autour d'une agglomération non électrifiée- dans lequel on va rechercher l'existence éventuelle d'un système électrique (ligne MT ou centrale de production). Le modèle préconisé part en effet de la demande, et non de l'offre.**

CAS D'INTERCONNEXION DIRECTE D'UNE LOCALITE NON ELECTRIFIEE (en rose) A UNE LOCALITE ELECTRIFIEE (en jaune)



FORMATION DE CHAÎNES OU DE GRAPPES ENTRE DES LOCALITES NON ELECTRIFIEES DEVENANT ALORS « CANDIDATES SOLIDAIRES »



La figure ci-dessus n'est pas un cas concluant d'interconnexion potentielle de deux localités. En effet, il ne suffit pas que les cercles s'entrecroisent dans leur périphérie pour satisfaire aux équations d'interconnexion.

Pour qu'une localité A non électrifiée soit rigoureusement solidarisée avec une localité voisine non électrifiée B, il faut soit que le cercle d'attraction de A englobe le centre de B, soit que le cercle d'attraction de B, englobe le centre de A.

Dans l'un ou l'autre de ces deux cas favorables, le verrouillage d'interconnexion entre A et B ne pourra encore s'effectuer que si la validation du tracé de principe de la ligne MT aboutit au centre de la localité qui est recoupé par le cercle de l'autre localité. Supposons par exemple que le cercle de A englobe le centre de B, et que le cercle de B n'atteigne pas le centre de A. Dans ce cas, si la ligne MT arrive en A (ce qui suppose que le cercle de A ait englobé le centre d'un troisième cercle C), B ne sera pas interconnecté. Et dans le cas contraire, si la ligne MT arrive en B, A devra aussi être interconnecté.

En pratique, deux types d'investigations se combinent pour débroussailler les cas d'électrification rurale :

- le développement en chaîne de lignes MT dérivées d'un grand réseau,
- le développement de lignes MT reliant des villages à un pôle thermique local.

Toutefois, dans un deuxième temps, la méthode permet des investigations plus larges d'optimisation du développement des réseaux à l'échelle nationale. Pour cela, on devrait tracer ultérieurement les cercles d'attraction des localités électrifiées en thermique, ainsi que le cercle enveloppe des pôles thermiques, pour examiner à quel horizon des centres ou des ensembles déjà électrifiés en thermique, pourraient être à leur tour interconnectés. Cette question bien que dépassant le cadre strict de l'électrification rurale, est néanmoins interactive avec la stratégie d'électrification rurale.

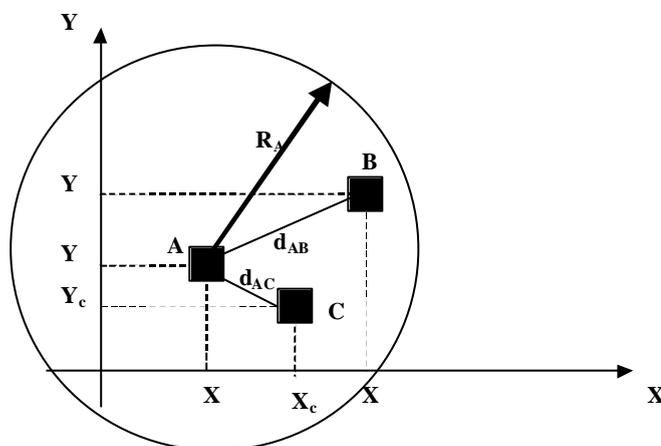
3.2.4 Intégration dans un SIG : traduction mathématique et géographique du cercle d'attraction

Les localités sont projetées dans un plan étant données leurs coordonnées géographiques (x,y). En terme mathématique, la condition d'interconnexion d'une localité périphérique A (non électrifiée) à une localité centrale B (électrifiée) est fixée comme suit :

A est interconnectée à B si $R_A = d_{AB}$

R_A étant le Rayon d'attraction de A

d_{AB} étant la distance entre les localités A et B



$$d_{AB} = \sqrt{(X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2}$$

Dans le cas où la condition d'interconnexion d'une localité non électrifiée est remplie pour deux centres électrifiés, le centre le plus proche est celui qui sera retenu. Dans le cas illustré, la localité non électrifiée A sera reliée au centre C, et non à B.

3.2.5 Traitement de la demande et des opportunités d'interconnexion

Le modèle autorise une analyse automatisée des grappes de localités qu'il conviendrait a priori d'interconnecter à l'horizon de la planification. Le module de calcul développé s'appuie sur une notion de centres et de périphéries pour constituer les grappes d'interconnexion :

- Les centres sont représentés par les localités électrifiées à $t=0$ et par celles "décrétées" électrifiées à l'horizon de la planification. Par exemple, l'ensemble des unités administratives.
- Les périphéries⁴ sont les localités restantes.

Le principe du modèle d'interconnexion consiste à rattacher une localité "périphérique" à un centre, à la condition que le rayon d'attraction de cette localité périphérique, calculé à partir de sa population, permette d'englober le centre considéré. Dans le cas où plusieurs centres répondent à

⁴ Il convient à partir d'ici de ne pas confondre cette notion de « périphérie électrique », artifice algorithmique, avec la notion de « périphérie socioéconomique » définie précédemment par l'IPD. Une localité dite de la périphérie socioéconomique peut être déjà électrifiée, alors qu'une « périphérie électrique » est forcément non électrifiée.

cette condition, le modèle propose de retenir le centre le plus proche. Une localité périphérique ainsi "raccrochée" change de statut pour devenir elle-même un centre électrifié, dès la prochaine itération. Ainsi, de proche en proche, le nombre de localités périphériques non électrifiées se réduit progressivement, tandis que celui des centres électrifiés augmente, et le programme est interrompu dès qu'aucune localité périphérique supplémentaire n'est raccordée.

A l'issue de ces itérations⁵, les grappes définitives (centre + localités périphériques) sont déterminées. Ces grappes définissent des sous-systèmes électriques : réseau interconnecté national, mini-réseaux, systèmes isolés.

3.2.6 Traitement de l'offre

A partir des résultats du module d'interconnexion, le modèle permet de déterminer l'option optimale d'alimentation de chaque grappe constituée. Au préalable, la population "virtuelle" des centres est obtenue en cumulant la population effective du centre et celle des localités périphériques associées.

Le principe d'analyse consiste ensuite à déterminer le mode d'approvisionnement de chaque grappe après plusieurs itérations, selon les modalités suivantes :

- 1- Pour les centres appartenant déjà au réseau national interconnecté, le mode d'approvisionnement à l'horizon de planification est inchangé et l'ensemble des localités de la grappe passent au mode interconnecté national⁶.
- 2- Pour les autres centres, le mode d'approvisionnement peut être soit "interconnecté national", soit thermique, mini-hydro ou autres sources recensées.

- Dans le cas où le cercle d'attraction du centre i (basé sur sa population "virtuelle", renforcée par les populations des localités périphériques k qui lui sont rattachées

$$P_i = \sum_k p_k$$

) justifie une interconnexion à une localité appartenant à un système interconnecté (distance à la localité - y compris une localité périphérique appartenant à une grappe interconnectée au réseau national - inférieure au rayon d'attraction du centre), alors le mode d'approvisionnement futur de la grappe portée par ce centre sera « interconnecté national ».

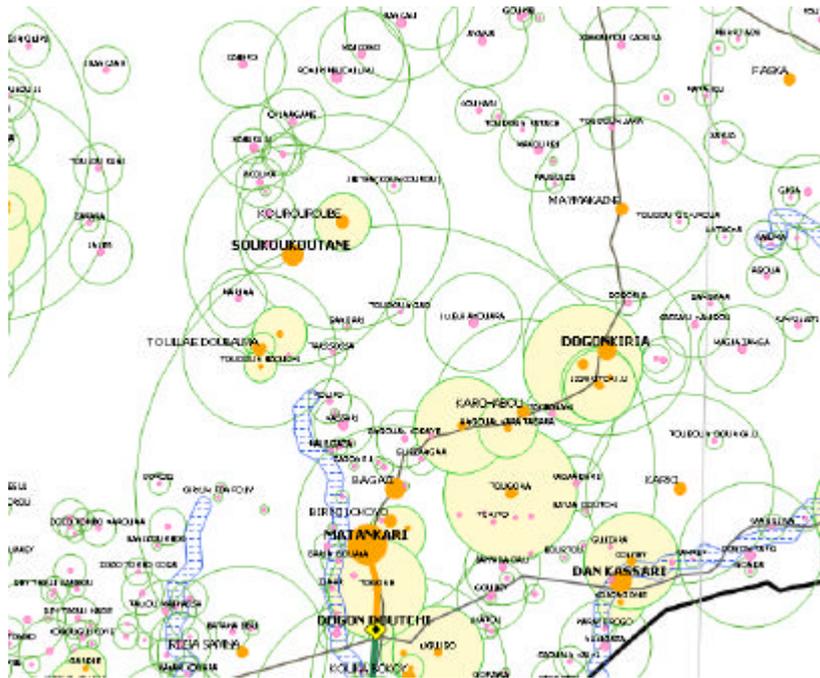
- Dans le cas contraire, le mode d'approvisionnement du centre est thermique, et la grappe devient un système interconnecté thermique. A moins d'avoir identifié une ressource décentralisée alternative (mini hydro, biomasse, etc.) à l'intérieur du cercle d'attraction du centre. **Pour ce faire, il conviendra d'identifier, et ce au moins à l'échelle de la zone pilote, les différentes sources d'énergie renouvelables accessibles et de déterminer les coûts de production correspondants⁷.**

- 3- Par itérations successives, le mode d'approvisionnement des différentes grappes est ainsi optimisé.

⁵ Le nombre d'itérations avant la convergence dépend bien évidemment du rayon d'attraction économique choisi, mais aussi du choix des centres de départ.

⁶ Ce qui suppose une disponibilité de l'énergie, quitte à renforcer la production.

⁷ Il conviendra alors de moduler les coûts d'énergie en tête de réseau différents selon la source, et donc la valeur du rayon d'attraction, dans le module technico-économique (cf. 3.2.2, "Ingrédients économiques et financiers"). Les algorithmes détaillés seront précisés dans le D5.



3.3 Lien entre les polygones d'attraction socio-économique et les cercles d'attraction électrique : perspectives en vue d'un modèle alternatif de planification

3.3.1 Principe d'intégration de la demande

Dans la perspective du montage d'un modèle alternatif de planification de l'électrification rurale, le lien entre les modèles socioéconomique et électrique s'effectuera selon les principes suivants :

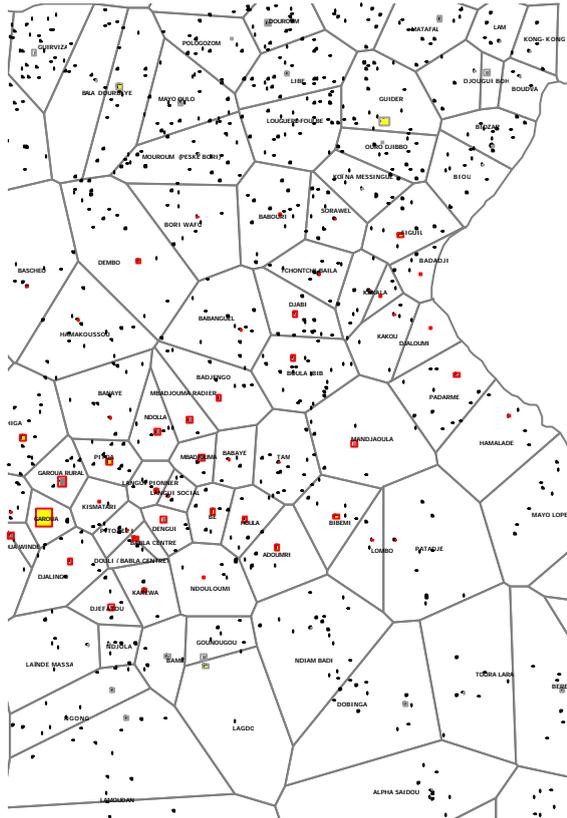
- Les localités à électrifier en priorité sont les centres de développement, classés selon leur IPD et dont la classification a été corrigée par un facteur mesurant les bénéfices induits (cumul des populations périphériques et du centre) et l'accessibilité effective dans le cluster correspondant (par exemple, la distance moyenne entre le centre et les périphéries, pondérée par le nombre d'habitants).
- La demande des activités et services dans le centre doit tenir compte de la demande potentielle des périphéries associées en activités et services.
- La demande domestique des localités périphériques ne peut cependant pas être comptabilisée au centre. Elle servira au calcul du rayon d'attraction électrique de la périphérie.

3.3.2 Analyse d'interconnexion

Le lien entre les polygones socioéconomiques et les cercles d'attraction s'établira ainsi essentiellement dans le choix initial des "centres électriques" : il s'agit des localités électrifiées à $t=0$ et de celles qui doivent être électrifiées à l'horizon fixé par le planificateur électrique.

Ce deuxième groupe de localités est constitué des centres de développement non encore électrifiés à $t=0$. Le calcul de leur rayon d'attraction doit tenir compte des principes de la demande énoncés ci-dessus. Sur le graphique ci-dessous représentant une zone du Nord-Cameroun, les pôles de développement non encore électrifiés sont identifiables à leur forme rectangulaire et à leur couleur grise (ceux de couleur jaune sont déjà électrifiés à $t=0$).

Les analyses d'interconnexion des localités dites périphériques à l'itération t tiennent compte de la demande de ces localités sur la base des principes ci-dessus. Une localité périphérique raccordée à l'itération t devient elle-même un centre électrique à l'itération $t+1$. Cependant, le modèle proposé n'impose pas une nouvelle analyse des polygones socioéconomiques, en l'absence de données sur les projections d'investissements multisectoriels (ouverture d'un nouveau centre de santé, d'une école, création d'un marché, etc.).



Dans le cas d'une bonne coordination multisectorielle, l'analyse des centres de développement devra tenir compte des projections multisectorielles réalistes à l'horizon fixé, mises sur la table par les acteurs des autres secteurs. Ainsi, sera considéré comme centre à $t=0$, une localité projetée pour l'être à l'horizon de la planification. Il est donc important de recenser dans les trois secteurs concernés (santé, éducation, développement économique), les investissements futurs à l'horizon de la planification électrique.

L'horizon de la planification électrique ne doit pas être très élevé (5-10ans), pour tenir compte des nécessaires ajustements.

3.3.3 Cas des localités isolées

A l'inverse du modèle d'attraction socioéconomique, le modèle d'attraction électrique est **excluant**. Les localités non interconnectées à l'itération sont dites isolées. Il s'agit :

- Soit de localités qui sont néanmoins des centres électriques, alimentées par un groupe diesel, énergie solaire ou toute autre solution décentralisée ... : il s'agit typiquement d'unités administratives, de localités à habitat concentré dans une zone dispersée, ou de localités dont l'électrification a été "décrétée",
- Soit de localités dont l'électrification n'est pas économiquement viable à l'horizon de la planification.

En générant cette «exclusion» qui apparaît à travers la typologie différenciée des systèmes électriques qui résultent du processus de planification (réseau interconnecté national, mini-réseaux ou systèmes isolés), le modèle électrique, technico-économique, se démarque ainsi du modèle socioéconomique.

3.4 Conclusion

Au carrefour entre ces deux modélisations "polygonales" et "circulaires" de l'attraction socio-économique et électrique des localités, le modèle alternatif de planification de l'électrification rurale proposé dans le cadre du programme IMPROVES-RE, tente d'articuler une nécessité d'optimisation technico-économique du système électrique, sous-tendue par des impératifs de viabilité, avec le besoin social de rendre accessible au plus grand nombre, des activités et services socioéconomiques de meilleure qualité.

La dimension géométrique qui caractérise ces deux modèles de bases invite fortement à l'utilisation d'un Système d'Information Géographique (SIG) pour effectuer les différentes analyses, comme préconisé dans par le programme IMPROVES-RE.

4. DONNEES MINIMALES

Des éléments plus exhaustifs ont été discutés à Bamako. Chaque partenaire est invité à faire des propositions d'amendements ou d'amélioration des indicateurs de calcul de l'IPD, dépendant de son propre contexte. Il s'agit dans le présent chapitre de recenser les données "vitales" pour faire tourner le modèle, valables pour chaque pays sans exception.

4.1 Fichier des localités

Pour faire tourner le modèle, il faudra disposer au minimum d'un fichier localités géoréférencés (coordonnées géographiques et système de projection correspondant), avec en plus :

- Leur statut électrique (électrifié ou non),
- Leur mode d'électrification (interconnecté au réseau national, mini-réseau hydroélectrique, mini-réseau thermique, isolé thermique, solaire, etc.)
- Et leur population.

4.2 Données minimales pour le calcul de l'IPD

Compte-tenu de la difficulté à collecter les données, il s'agit ici de fixer les paramètres minimum requis pour faire fonctionner le modèle de détermination des polygones socioéconomiques à l'échelle nationale. Ces données sont les suivantes, pour l'ensemble des localités à l'échelle nationale :

- La présence ou non d'équipements scolaires : écoles primaires, secondaires, etc.
- La présence ou non d'équipements sanitaires : centres de santé, dispensaire, maternité, etc.
- La présence ou non d'un marché permanent ou régulier

Une collecte de données plus détaillée sera réalisée sur le terrain à l'échelle des zones pilotes pour améliorer les résultats du modèle de planification locale, notamment en ce qui concerne la dimension qualitative évoquée au point 3.1.2.

4.3 Etat d'avancement de la collecte/consolidation des données minimales

Le tableau ci-dessous résume l'état de la collecte/consolidation des données dans les quatre pays.

DONNEES MINIMALES	ETAT DE LA COLLECTE PAR PAYS				OBSERVATIONS PAR TYPE DE DONNEES
	BURKINA FASO	CAMEROUN	MALI	NIGER	
Localités géoréférencées	OK	OK	OK	OK	OK sur l'ensemble
Statut électrique	OK jusqu'en 2002	OK jusqu'en 1999	OK mais à vérifier	OK jusqu'en 2004	Plutôt OK sur l'ensemble
Mode d'électrification					
Population	OK	OK	OK	OK	OK jusqu'aux derniers recensements
Equipements scolaires	NON	OK jusqu'en 1999, mais non complètes	NON	OK, jusqu'en 2001	Il reste un travail de collecte de données au Burkina Faso et au Mali. Le Cameroun nécessite au minimum une consolidation, sinon une collecte pour une mise à jour des équipements, le dernier recensement datant de 1987
Equipements sanitaires	NON	OK jusqu'en 1999, mais non complètes	NON	OK, jusqu'en 2001	
Marchés	NON	OK jusqu'en 1999, mais non complètes	NON	OK, jusqu'en 2001	
OBSERVATIONS PAR PAYS	Impossible de déterminer un IPD dans l'état actuel	A consolider à partir des données du recensement de 1987	A consolider à partir de la base de données FOX MEDIA	Globalement OK	Seul le NIGER présente une situation globalement satisfaisante, suivi du Cameroun. Le Burkina Faso et le Mali nécessitent encore un travail important de collecte/consolidation

5. CHOIX DES ZONES PILOTES

5.1 Considérations issues de Bamako

Le Groupe d'activités GA3 de IMPROVES-RE prévoit le développement de plans locaux d'électrification multisectorielle sur la base de la méthodologie de planification qui sera élaborée. Bien que placé sous la responsabilité de chaque pays, le choix de cette zone pilote devra obéir à un minimum de critères pour satisfaire aux objectifs du programme. Tel qu'indiqué à l'annexe 1 du document de programme IMPROVES-RE, il s'agira au minimum :

- (i) De l'intérêt porté par les acteurs locaux pour une telle démarche,
- (ii) Du potentiel des énergies renouvelables dans la zone,
- (iii) Des perspectives de montage d'un projet d'électrification rurale à fort potentiel dans la région
- (iv) De la disponibilité des données nécessaires aux différentes analyses.
- (v) De la taille démographique du territoire envisagé : au moins 200 000 habitants.

L'identification de cette zone devait intervenir à l'issue du premier semestre du programme, et l'atelier de Bamako a été l'occasion de lancer un brainstorming avec les partenaires institutionnels pour guider leur choix. Les quatre principes suivants ont ainsi été arrêtés :

- **But** : la zone pilote doit permettre de tester l'approche de planification intégrée pour un impact social maximal de l'électrification (1) en prenant en compte les indicateurs IPD, (2) en identifiant et en prenant en compte la réalité des pôles de développement, (3) en intégrant une approche multi-acteurs,
- **Exigences pratiques**: la zone pilote doit avoir une dimension pratique et opérationnelle mesurables, à travers (1) son accessibilité physique (distance, routes praticables), (2) le consentement des décideurs politiques, (3) la motivation des autorités locales, (4) l'existence d'une plate-forme multisectorielle active ou d'une structure équivalente,
- **Considérations pratiques** : la zone pilote (1) doit être en adéquation avec le découpage administratif du pays (province, département, district, région, etc.), (2) ne doit pas déjà faire l'objet d'études sur l'électrification rurale, (3) ne doit pas faire l'objet de fortes sensibilités politiques / sociales,
- **Considérations socioéconomiques**: le choix de la zone pilote devra s'appuyer sur des critères socioéconomiques tels que l'incidence de pauvreté en terme d'IDH, (2) les perspectives pour le développement durable, (3) le potentiel économique, (4) une structure démographique représentative, (5) la présence d'organisations sociales et/ou communautaires (ONG, associations, coopératives), (6) le potentiel d'investissements énergétiques, (7) l'existence d'investisseurs intéressés, (8) les technologies énergétiques envisagées (ou priorisées), (9) le taux de pénétration / d'électrification escompté,
- **Synergies** : la zone pilote devra permettre des synergies (1) avec d'autres projets de développement, (2) avec d'autres stratégies sectorielles (zones prioritaires), (3) avec des stratégies de développement local (exode, croissance économique,...).

Par ailleurs, les débats à Bamako ont permis d'aborder d'autres sujets pratiques, lié au choix des zones pilotes :

- La question d'une dimension comparative transversale : faut-il envisager des zones pilotes similaires dans les 4 pays ou doit on au contraire accentuer les différences ? A titre d'exemple, le Cameroun offre sur un plan technologique et du fait d'un écosystème équatorial spécifique, un potentiel spécifique de développement de la petite hydroélectricité, qui oriente à priori le choix de la zone pilote dans la partie sud de son territoire.
- Le risque de créer des attentes non satisfaites dans la zone pilote, du fait que le programme IMPROVES-RE ne prévoit pas d'investissements physiques. Le choix de la zone pilote doit se faire dans la perspective d'investissements effectifs dans le cadre de

financement nationaux et/ou internationaux. La perspective de l'Initiative Energie de l'Union Européenne peut servir de co-financement.

- La nécessité pour l'équipe de projet de respecter un juste équilibre entre la démarche théorique (élaboration du modèle de planification technico-économique) et le travail de terrain (en particulier, la mise en place de mécanismes de coordination à l'échelle nationale et régionale, et élaboration des plans locaux d'électrification rurale dans les quatre pays).

5.2 Orientations pratiques

Les pistes suivantes sont proposées par le Consortium européen pour l'identification des zones pilotes. Elles reposent sur son expérience des pays, s'appuient également sur les résultats des missions de démarrage effectuées dans les quatre pays en juin 2006 et sur les contacts effectués sur place :

PAYS	ZONE(S) POTENTIELLE(S)	Atout(s)
BURKINA FASO	Aucun a priori	
CAMEROUN	Zone SUD-CAMEROUN intégrant la ville de Bengbis	Les autorités locales sont demandeuses d'une telle approche et ont déjà été impliquées dans un travail de pré-identification de projet pour le compte d'un programme du PNUD. La région se situe en bout de ligne du réseau interconnecté national (Bengbis est alimentée par un groupe diesel), regorge d'un potentiel de petites et moyennes centrales hydroélectriques dont certaines font actuellement l'objet d'études avec des projets d'investissement à la clé : il s'agit en particulier des barrages de Mekin et de Memve'ele (financement BDEAC).
	Zone dite du MOUNGO-NKAM	La zone est inscrite au prochain FED et bénéficiera d'un programme de développement socio-économique de la Commission européenne n'ayant pas de composante "électrification rurale". Elle regorge de plusieurs sites hydroélectriques potentiels.
	Zone dite du RUMPI	La zone située dans la Province anglophone du Sud-ouest, est caractérisée par un relatif faible développement des infrastructures socioéconomiques. Elle fait actuellement l'objet d'un important programme de développement rural cofinancé par la Banque Africaine de Développement et le Gouvernement camerounais. Le programme ne prévoit pas explicitement une composante "électrification rurale". La région, très montagneuse, présente un réseau électrique très faiblement développé et dispose d'importants sites hydroélectriques.
MALI	Aucun a priori	
NIGER	Zone de la MAGGIA	La zone est caractérisée par une forte dynamique de population et par une importante activité économique de production d'oignons
	Zone des 3M : MAGARIA, MATAMEYE, MIRRIAH	La zone est caractérisée notamment par une importante production d'arachide, qui a perdu son essor d'antan et qui ne demande qu'à être revigoré (fermetures des huileries).

Le délai pour l'identification des zones pilotes est fixé à l'atelier de formation SIG qui se tiendra à Francheville en novembre 2005. En l'absence d'une proposition des partenaires institutionnels, le choix des sites sera effectué par le Consortium européen.