

PLANIFICATION DES INVESTISSEMENTS ET ORGANISATION DES MOYENS D'EXPLOITATION POUR L'ALIMENTATION ELECTRIQUE DES ZONES RURALES DES PAYS EN DEVELOPPEMENT

Michel DANGOULOFF

ELECTRICITE DE FRANCE

International Distribution - Tour EDF - 17, place des Reflets - La Défense 2 - Cedex 8
92080 PARIS LA DEFENSE (FRANCE)

Tel : +33 (0)1 49 02 88 73 - Fax : +33 (0)1 46 92 87 80 - Email : michel.dangouloff@edfgdf.fr.

Guy MARBOEUF

ELECTRICITE DE FRANCE

International Distribution - Tour EDF - 17, place des Reflets - La Défense 2 - Cedex 8
92080 PARIS LA DEFENSE (FRANCE)

Tel : +33 (0)1 49 02 88 71 - Fax : +33 (0)1 46 92 87 80 - Email : guy.marboeuf@edfgdf.fr

RESUME

L'électrification rurale des pays en voie de développement peut s'appuyer à la fois sur des systèmes décentralisés et sur des extensions de réseaux. Définir le choix du mode d'alimentation le plus approprié pour chaque village dans le temps et dans l'espace est une tâche complexe. La méthode décrite ici propose une réponse, dans une perspective de long terme. Elle s'appuie sur un logiciel développé par EDF, utilisant les techniques de la planification et prenant en compte les aspects politiques, sociologiques, organisationnels et financiers qui sont souvent prépondérants pour l'aboutissement des projets.

1. INTRODUCTION

L'alimentation électrique des zones rurales des pays en développement est un sujet qui a été très largement traité depuis plus de 30 ans, et qui le sera encore longtemps, puisque dans certains de ces pays, moins de 5 % de la population a la possibilité d'avoir accès à l'électricité.

Cet exposé rappelle certains écueils à éviter et présente la démarche d'EDF dans le domaine de la planification de l'électrification rurale.

2. LE POSITIONNEMENT

Le domaine étudié ici est la recherche, à l'échelle de régions encore non électrifiées, du 'meilleur moyen' de fournir une alimentation électrique à des villages ruraux dont les habitants ont un très faible pouvoir d'achat.

Les extensions de réseaux destinées à raccorder des autoproducteurs existants (usines agro-alimentaires par exemple) ou à alimenter de futurs clients que l'on sait capables de payer l'électricité dans des conditions 'traditionnelles' ne sont pas pris en compte ci-après, puisqu'elles relèvent des méthodes classiques de planification des réseaux (avec éventuellement des techniques de construction de lignes dites allégées).

3. LES LECONS TIREES DES EXEMPLES

Très souvent, la réponse apportée pour électrifier les populations des zones rurales des pays en voie de développement rencontre des difficultés structurelles que l'on résume ici de manière simplifiée ; la réalité étant plus nuancée :

- les sociétés nationales d'électricité étendent leurs réseaux là où la rentabilité est la moins mauvaise, et réclament des subventions gouvernementales pour maintenir la péréquation tarifaire dans ces régions,
- les pouvoirs politiques recherchent des résultats rapides, et pour cela financent les investissements nécessaires à l'installation de petits groupes électrogènes dans des villages éloignés, laissant aux sociétés nationales le soin d'exploiter ces mini-réseaux très coûteux, sources de conflits entre l'administration et ces sociétés qui réclament des subventions,

- des organisations indépendantes tentent de relever le défi en se rapprochant des habitants. Des projets concrets et souvent innovants voient le jour, mais très souvent ils ont une durée de vie courte liée d'une part à l'organisation de la gestion du projet sur le long terme (problèmes financiers, problèmes de maintenance), et d'autre part à la qualité des matériels utilisés et à leur adéquation avec le contexte local (ce qui se retrouve dans de nombreux projets d'électrification hors réseaux). De plus, même si certains de ces projets sont pérennes, ils sont extrêmement difficiles à multiplier et ne peuvent suffire aux énormes besoins à satisfaire,
- Les études de planification se heurtent à la réalité du terrain. On ne peut se contenter de traiter seulement l'aspect technique : les aspects politiques, sociologiques, organisationnels et financiers sont essentiels.

4. DES SIMPLIFICATIONS A DEPASSER

Néanmoins, il n'est pas possible de se retrancher derrière ces aspects pour négliger la part d'études techniques qu'il convient de mener sérieusement.

En particulier, on ne peut se passer :

- d'envisager les différents types de réseaux possibles (monophasé, biphasé, triphasé avec ou sans neutre transporté) et les différentes sources de production possibles sur une région (diesel, photovoltaïque, éolien, microhydraulique, biomasse...),
- de comparer techniquement et financièrement ces solutions, en ne se contentant pas de méthodes simplistes (par exemple, comparaison brute limitée à l'année 0 du coût de kits photovoltaïques individuels avec le coût d'une extension systématique de réseaux),
- d'étudier l'évolution des solutions dans le temps : prise en compte des durées de vie et donc de renouvellements différenciés selon les techniques ; possibilité d'accepter des accroissements de charges sans devoir abandonner à perte la solution initialement retenue, envisager pour le futur et selon chaque technique, les possibilités d'étendre l'électricité à d'autres usages que l'éclairage, le but étant de favoriser le développement économique,
- de prendre en compte, sur la durée du projet, les coûts d'exploitation liés au mode d'alimentation retenu (combustibles et frais de personnels) et d'étudier la viabilité financière des sociétés chargées de gérer l'électrification.

5. LA COMPLEXITE D'UNE APPROCHE GLOBALE

Mener une étude de schéma directeur à long terme pour l'électrification rurale de pays en voie de développement

est donc une épreuve complexe, qui prend en compte de multiples facteurs qui ne sont pas seulement techniques.

Pour cela, EDF a développé une approche globale, qui couvre des aspects très divers comme :

- la sociologie : impact de l'énergie électrique chez les habitants et acceptation du fait qu'elle n'est pas gratuite, recherche d'organisations acceptables par des populations qui n'ont pas toujours accès à une monnaie papier, amélioration de la condition des femmes et des enfants...
- les aspects juridiques : évolutions institutionnelles permettant de développer l'énergie électrique dans un contexte institutionnel favorable,
- les aspects financiers : tarification adaptée, types de financements pour les sociétés, mais aussi pour les populations désirant accéder à l'électricité...
- les aspects organisationnels : création de coopératives villageoises, de Sociétés de Services Décentralisées, mise en place d'une gestion de la clientèle...
- les aspects matériels : en l'absence de normes internationales, préparation de spécifications d'équipements et d'installations adaptées au contexte des zones à électrifier,
- les aspects planification prenant en compte les solutions réseaux et les solutions décentralisées : pour ce volet, EDF a développé une méthodologie avec l'appui de l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie) et un logiciel permettant d'aider l'ingénieur d'étude de travailler sur des grandes régions, avec de nombreuses données et des paramètres qu'il est nécessaire de faire varier pour vérifier la robustesse des solutions retenues. Ce sont ces aspects qui sont développés ci-après.

6. METHODOLOGIE ET LOGICIEL DEVELOPPES PAR EDF

La première étape d'un programme d'électrification rurale est l'établissement d'un plan directeur à long terme dont les objectifs sont :

- d'établir une cible d'électrification de la région concernée en arbitrant du point de vue économique entre les solutions d'alimentation centralisées (réseau) et décentralisées (collectives ou individuelles). Cela consiste à proposer une extension optimale du réseau et, là où le réseau devient trop cher, à déterminer quelle solution décentralisée est la moins coûteuse,
- de proposer un ordre chronologique d'électrification des villages de la région, établi à l'aide de critères englobant à la fois les aspects économiques, environnementaux, sociaux et politiques de la décision.

Pour répondre à ces objectifs, EDF propose une méthodologie qui s'appuie sur un Logiciel d'Aide à la Planification de l'Électrification Rurale dans les Pays en Voie de Développement.

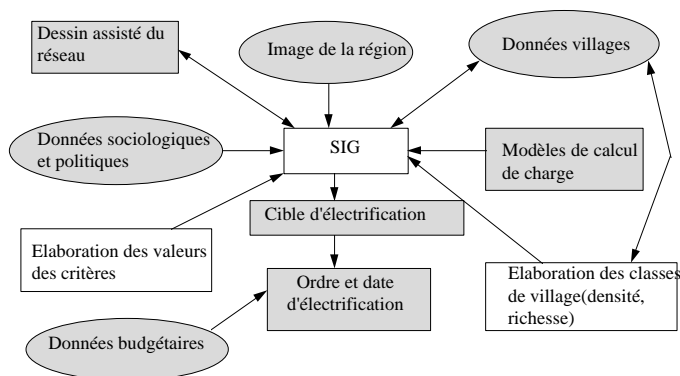
Ils permettent à l'utilisateur (ministère en charge de l'électrification, bailleurs de fonds, sociétés de distribution d'électricité...) d'optimiser la répartition entre les différents modes d'alimentation électrique, d'évaluer les investissements et leur rentabilité, et de préparer un programme travaux d'électrification. Les aspects financiers, économiques, politiques et techniques sont pris en compte.

Le logiciel travaille en relation avec un Système d'Informations Géographiques qui apporte à l'utilisateur un grand confort de visualisation des données.

Un gestionnaire de scénarios permet de simuler facilement les différentes hypothèses sans multiplier les saisies. Les résultats sont sous forme graphique ou sous forme de tableau.

Cet outil comprend trois modules distincts mais interactifs :

- un module de calcul de charges qui estime la puissance à la pointe et la consommation annuelle de chaque village de la zone à l'année initiale (module de charge alimenté par des enquêtes de terrain et par des simulations réalisées grâce au logiciel LVPLAN sur les villages d'un échantillon représentatif),
- un module qui permet d'établir la cible d'électrification à long terme et l'ordre chronologique d'électrification des villages par une analyse multi-critères,
- un module de dessin.



PREVISION DES CHARGES

La méthode repose sur :

- une typologie des villages selon des paramètres géographiques, démographiques et économiques,
- une reconstitution de la courbe de charge de villages types pour un nombre de jours variant de un à quatre (un jour de semaine et un jour de week-end pour deux saisons), après une analyse sectorielle de la demande prévisible de différentes catégories de clients basée sur une enquête de terrain,
- le calcul d'une puissance maximale par client et d'une consommation annuelle par type de village,
- le calcul de la puissance maximale et de la consommation annuelle de chacun des villages de la zone.

ETABLISSEMENT DE LA CIBLE A LONG TERME ET DE L'ORDRE D'ELECTRIFICATION DES VILLAGES

Ce module sert à déterminer la solution d'électrification la plus adaptée à chaque village (cible) qui tient compte de ses spécificités ainsi qu'à échelonner l'électrification dans le temps sous la contrainte des flux financiers disponibles chaque année.

Cette recherche de cible permet d'éviter des approches à court terme qui ne prennent pas en compte la durée de vie des équipements, leur renouvellement, les frais de maintenance et d'exploitation.

Cette approche dynamique prend en compte le fait qu'il ne faille pas baser l'étude sur une photographie de l'existant, mais se projeter dans le temps, en intégrant les extensions de réseaux, l'accroissement du taux de raccordement des habitants à une source électrique, ainsi que le taux d'accroissement des populations.

Une première étape consiste à élaborer une solution réseau optimale qui servira de référence pour la comparaison, pour chaque village, des différents moyens d'électrification (photovoltaïque, diesel). Cette solution réseau est établie en tenant compte d'exigences minimales sur le service rendu (chutes de tension, nombre de coupures MT, pertes, etc.), exigences qui peuvent varier suivant le contexte.

Ensuite, à partir d'un catalogue de solutions d'électrification qui recense les différents paramètres à prendre en compte (coûts d'investissements, de renouvellement et d'exploitation, disponibilités, rendements, contraintes...), les données relatives à chaque village (consommations estimées, nombres de foyers, ressources énergétiques locales disponibles, taux d'accroissement...), les caractéristiques géographiques des zones étudiées (accessibilité, types de terrains rencontrés...) et les différentes données socio-économiques (prix de vente de l'électricité, importance économique ou politique des villages, équilibre inter-régional...), le module met en œuvre une recherche du mode d'électrification le plus adapté à chaque village sur la durée de l'étude (cible d'électrification).

Pour simplifier la logistique des travaux et réaliser de manière optimale l'électrification, une fois le mode d'électrification de chaque village déterminé, on regroupe les villages électrifiés suivant le même mode soit sur une notion de proximité géographique, soit sur une notion de raccordement sur un même réseau.

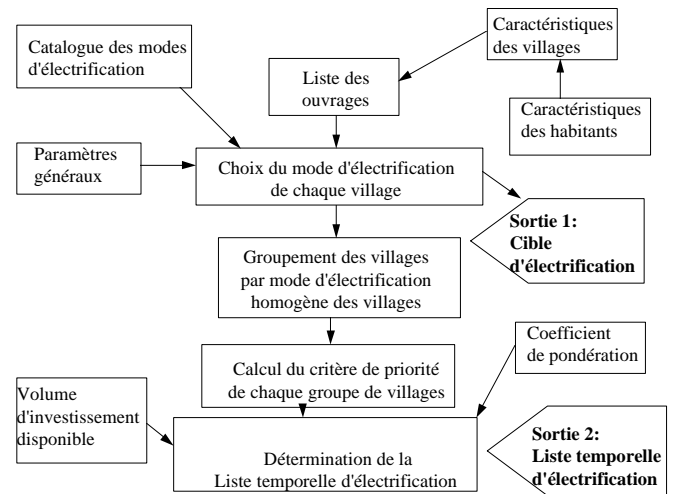
On propose, ensuite un interclassement des groupes de villages par priorité d'électrification qui tient compte des ressources financières disponibles. Cet interclassement permet d'établir le programme travaux à court terme en s'inscrivant dans la cible d'électrification qui a été établie.

La comparaison des différents modes d'électrification s'effectue principalement sur des considérations économiques mais on peut y intégrer des aspects plus qualitatifs tels que les impacts sur l'environnement, le respect d'une certaine efficacité énergétique ou le confort d'utilisation de chaque mode d'électrification.

A l'issue des traitements, on fournit des tableaux qui indiquent le mode d'électrification retenu pour chaque village et son coût d'électrification, selon le point de vue de la collectivité ou celui de l'investisseur ou de l'exploitant.

La fonction d'interclassement est basée sur une analyse multi-critères de différents paramètres (financier, potentiel de développement des villages, politique, solvabilité de la clientèle potentielle, équilibre inter-régional). Ces paramètres sont affectés de coefficients de pondération qui doivent être définis en amont du processus décisionnel en consultant les différents partenaires impliqués dans le projet d'électrification.

ALGORITHME GENERAL DU MODULE D'ETABLISSEMENT DE LA CIBLE ET DE L'ORDRE D'ELECTRIFICATION :



7. CONCLUSION

La qualité des ingénieurs d'études, les méthodes de planification et les logiciels constituent une base importante des projets d'électrification des zones rurales.

Mais l'expérience montre qu'il faut traiter non seulement tous les aspects techniques, mais aussi savoir les intégrer dans une approche combinée avec les aspects économiques, sociologiques, financiers, organisationnels et institutionnels.

C'est dans cette démarche globale que s'est lancé EDF, comme en témoignent les nombreux projets en cours : plans directeurs, spécifications de matériels adaptés au contexte, constructions de réseaux avec des normes allégées, participations à des projets de coopératives villageoises, à des créations de sociétés regroupant plusieurs services en zone rurale, ...

Comme pour la planification traditionnelle des réseaux, les études d'électrification rurale doivent servir de base objective à partir de laquelle des décideurs lucides doivent prendre des décisions politiques engageant les infrastructures de leur pays sur le long terme.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] G. MARBOEUF, JC. TURPAIN : "Réseaux MT ruraux : approche qualitative et comparaison technico-économique entre les solutions monophasées et biphasées" - Communication présentée dans le cadre de la SEE en Mai 96 : comparaison des techniques de réseaux MT américains et européens.
- [2] G. MARBOEUF : "Conception économique de réseaux pour l'électrification rurale" - Communication présentée lors de Congrès UPDEA à Niamey et à Abidjan en Septembre et Octobre 98.