

Promotion of village grids

Les mesures pour la qualité et la sécurité

Table des matières

1. Introduction
2. Site identification
3. Travaux de genie civil
4. Equipment Electromécaniques
5. Distribution d'électricité et installation des consommateurs
6. Sélection des manuels recommandés et guides sur les Microcentrale hydroélectrique en Mini-réseaux

1. Introduction

En promouvant les investissements privés dans le secteur des mini-réseaux villageois, EnDev Rwanda vise à donner autant de liberté que possible au développeur de projet en ce qui concerne la conception technique et le modèle d'affaires. Cependant, certains critères minimaux pour atteindre la sécurité et la qualité des installations du réseau de village doivent être remplis afin d'assurer :

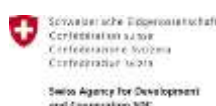
- un approvisionnement en électricité fiable;
- un service électrique de qualité pour protéger les appareils électriques branchés, et
- la sécurité des clients et du personnel

Le document suivant fournit des lignes guides pour le développement de réseaux villageois alimentés par une source d'énergie hydroélectricité. Il s'agit ainsi d'une orientation générale sur des questions que nous jugeons essentielles pour la conception et le fonctionnement d'un réseau de village durable et en sécurité.

Nous recommandons d'utiliser des orientations techniques plus détaillées telles que celles mentionnées dans l'article 6 (nous nous mettons à disposition pour vous fournir tous les documents publics disponibles sur demande).

Tandis que les lignes guides fournies dans ce document sont à considérer uniquement comme recommandations, plus d'orientation est fournie par notre liste de contrôle de mise en service, ce qui représente une annexe du contrat de RBF. Cette liste décrit les contrôles détaillés et les mesures menées par EnDev au cours de la mise en service de la centrale pour déterminer si le réseau de village accomplit le niveau de qualité et de sécurité requis.

Funded by:



Coordinated by:



A côté du réseau de distribution, pour laquelle les normes de conception et des lignes directrices pour EARP électrification rurale doivent être appliquées, les lignes guides fournies dans ce document sont considérées comme des recommandations. Plus d'orientation est fourni par le liste de contrôle de la mise en service d' EnDev, ce qui représente une partie obligatoire du contrat , et décrit les contrôles détaillés et les mesures menées par EnDev au cours de la mise en service de la centrale pour déterminer si le réseau de village accomplit le niveau de qualité et de sécurité requis.

2. Site identification

La conception d'un système hydroélectrique doit être basée sur des informations de base cruciales qui doivent être recueillies lors de l'identification du site (étude de pré faisabilité):

- Le débit d'eau pendant toute l'année avec un débit minimal et maximal. Générez une courbe de durée d'écoulement à partir des données obtenues. La courbe est l'information la plus importante qui illustre la disponibilité d'écoulement d'eau pendant une année. Un système hydroélectrique fonctionnant dans un réseau isolé devrait être conçu sur la base du " débit 100 % ", ce qui signifie un débit qui est (statistiquement) disponible pendant 365 jours dans une année.
- La disposition optimale de l'ensemble du système avec les emplacements de la prise d'eau, canal d'amenée, chambre de mise en charge, conduite forcée, bâtiment de la centrale et canal de fuite. Les emplacements respectifs doivent être clairement marqués (à l'aide des chevilles) sur le site. La hauteur de chute brute disponible sera mesurée par la différence de hauteur entre le niveau de l'eau à la chambre de mise en charge et le niveau prévu de l'arbre de la turbine.
- Les coordonnées géographiques des principaux composants à l'aide d'un appareil GPS
- Les caractéristiques générales de turbine, de l'alternateur et du système de contrôle proposés
- Le niveau de tension, la longueur totale estimée des lignes de transmission et de distribution du bâtiment de la centrale aux consommateurs finaux, et le nombre et la capacité des transformateurs, le cas échéant.
- La prévision de la demande des consommateurs tels que les ménages, les petits ateliers / industries et les infrastructures sociales (écoles, centres de santé, églises, etc.) et leur consommation respective attendue pour établir un profil type de la charge pendant la journée. Cette enquête devrait également recueillir des informations socio-économiques sur la base du consommateur telles que la source de revenu, etc.
- Calculer la puissance disponible, la demande, l'investissement requis, etc. sous forme d'un (pré) étude de faisabilité.

3. Travaux de genie civil

3.1. Déversoir et prise d'eau

La structure du déversoir/barrage et de la prise d'eau doit satisfaire les exigences suivantes :

- La structure de prise d'eau doit être située sur le côté extérieur d'un coude de la rivière pour minimiser les sédiments. Il devrait en toutes saisons (à tous les niveaux d'eau) permettre de détourner un débit suffisant dans le canal d'amenée.
- Le déversoir/barrage doit être équipé d'un déversoir de débordement et une porte d'écluse (à côté de la prise d'eau). Le déversoir de débordement devra permettre de détourner le débit excédentaire pendant la saison des pluies. La porte d'écluse devrait permettre de libérer le débit résiduel et de rincer les sédiments en cas de besoin.
- La structure de déversoir doit avoir des murs en aile et/ou parois latérales pour protéger les berges contre l'érosion.
- La prise d'eau elle-même (peut être un orifice d'admission simple) combinée avec l'évacuateur de crues du

déversoir contrôlent le flux entrant dans le canal d'amenée. En outre, la porte d'écluse ou des rainures permettent de bloquer complètement le canal d'amenée (par exemple pour l'entretien). Une grille est nécessaire à la prise d'eau pour empêcher aux gros débris d'entrer dans le canal d'amenée.

- En général, le déversoir et la prise d'eau devraient être construits d'une manière qu'ils peuvent résister à des inondations temporaires.

3.2. Déssableur – bassin de décantation

L'objectif d'un bassin de décantation est de freiner la vitesse d'écoulement pour permettre le règlement des sédiments.

- Si assez d'espace est disponible, le déssableur devrait être placé juste après la prise d'eau pour empêcher autant que possible les sédiments de pénétrer dans le canal d'amenée. Toutefois, les fonctions du déssableur peuvent également être adaptées à la chambre de mise en charge.
- La largeur et la profondeur du bassin de décantation sont agrandies par rapport au canal d'amenée. Le bassin doit avoir de préférence une forme en V1.
- Le déssableur doit être équipé d'une porte de rinçage pour éliminer les dépôts de sédiments et d'un déversoir de débordement pour l'excès d'eau.

3.3. Canal d'amenée

- Toutes pentes raides qui peuvent causer l'érosion du canal et du terrain adjacent doivent être évitées. Une pelouse bien entretenue est un bon choix pour couvrir les pentes et pour stabiliser les berges et réduire l'érosion. Dans les zones où la chute de matériaux d'érosion (dans le canal) ne peut pas être empêchée, le canal devrait être entièrement couvert.
- En fonction des conditions, un canal d'amenée en maçonnerie offre un bon rapport de qualité-coût, de préférence avec forme trapézoïdale ou rectangulaire.
- La pente du canal détermine la vitesse d'écoulement d'eau. La vitesse d'écoulement ne doit être ni trop vite (pour éviter l'érosion dans le canal), ni trop lent (pour éviter la sédimentation dans le canal).
- La profondeur du canal d'amenée devrait inclure une allocation de franc-bord d'un facteur minimum de 1,3. Pour le dimensionnement correct du canal, consulter le tableau de dimensionnement du canal.
- Évitez les canaux en terre si possible, car elles entraînent plus d'entretien, un risque plus élevé d'érosion et donc plus des matériaux / sédiments qui pourraient atteindre et endommager la turbine.

3.4. Chambre de mise en charge

Il ralentit l'eau pour permettre aux sédiments de se déposer vers le bas et permet la transition et régulation de la pression d'écoulement et la vitesse avant d'entrer dans la conduite forcée. Il assure la submersion permanente de l'entrée de la conduite forcée (empêche l'air de pénétrer).

- La chambre de mise en charge doit être équipée d'une porte de rinçage pour éliminer les dépôts des sédiments.
- Un déversoir de débordement (avec un canal respectif vers la rivière) permet l'excès d'écoulement et des inondations excédentaires pour être acheminés en toute sécurité vers la rivière sans en causer de l'érosion.
- L'utilisation d'une grille placée juste avant l'entrée de la conduite forcée empêche aux débris d'entrer dans la conduite forcée. La largeur de l'espacement entre les barres de la grille devrait suivre les recommandations du fabricant des turbines.
- La chambre de mise en charge devrait avoir une zone-pont de service en sécurité et accessible pour

¹ Cross section of a sand trap, "Good and Bad of Mini Hydro Power Vol1", page 53.

l'entretien et l'opération (notamment le nettoyage régulier de la grille.

- La chambre de mise en charge doit être plus large et plus profonde que le canal d'amenée. Elle devrait être équipée d'une porte d'entrée à la conduite forcée.

3.5. Conduite forcée et support

- Lorsqu'on détermine l'acheminement de la conduite forcée, cherchez le chemin le plus court possible et un enfouissement (si nécessaire) sécuritaire. Eviter les passages et les terrains inaccessibles.
- Prévoir un bloc d'ancrage à chaque changement de direction - horizontale et verticale - de la conduite forcée.
- Les joints d'expansion doivent être placés entre deux blocs d'ancrage.
- Un bloc de poussée doit être placé juste avant l'entrée de la centrale pour absorber toutes les forces dynamiques de l'eau dans le tuyau.
- Le matériel de la conduite forcée est principalement justifié par le coût, la disponibilité dans le marché et la résistance requise à la pression. Les matériaux normalement disponibles pour conduite forcée sont l'acier, le béton, le PVC et la fibre de verre.
- Les caractéristiques principales d'une conduite forcée sont son diamètre de section et l'épaisseur de paroi (qui détermine la pression que le tuyau peut supporter). Le diamètre (DN) requis et la classe de pression (PN) devraient être déterminés avec toute la diligence requise.
- La conduite forcée nécessite un tuyau de ventilation.

3.6. Bâtiment de la centrale

- L'espace au sol du bâtiment de la centrale ainsi que la disposition de l'équipement principal et auxiliaires devraient prendre en compte la commodité lors de travaux d'installation, l'opération et l'entretien, et la surface de l'espace au sol devrait être effectivement utilisée.
- Une claire démarcation sur l'espace au sol doit montrer les voies et des signaux d'alerte clairs doivent être placés sur les équipements
- Le bâtiment de la centrale et surtout son espace au sol doit être propre. Un sol propre permet la détection de fuites d'eau et d'autres irrégularités. Un sol étanche d'enlever facilement la poussière.
- Le bâtiment de la centrale doit être construit dans une zone à l'épreuve des inondations.
- Le bâtiment de la centrale doit être bien illuminé et aéré. Elle doit protéger les équipements contre les conditions météorologiques défavorables, les poussières et toutes dommages.

4. Equipment Electromécaniques

4.1. Unité Turbine- générateur

Turbine et générateur doivent être sélectionnés pour

- Répondre aux spécifications de conception (principalement en fonction du débit et de la hauteur de chute nette)
- Garantir un fonctionnement stable pendant une longue période
- Être facile à manipuler et à entretenir par un opérateur qualifié
- Avoir des garanties techniques acceptables

Turbine et générateur doivent être parfaitement parallèles à l'horizontale et à la verticale ; l'alignement parallèle est crucial pour une bonne transmission. Toutes vibrations doivent être limitées au minimum.

En mode isolé, il est recommandé d'opter pour générateur synchrone avec un AVR (Régulateur automatique de tension). L'AVR doit être approprié pour une opération en mode isolé. L'AVR contrôle la tension du

générateur.

- Câbles électriques sous tension doivent toujours être protégées par un tuyau souple
- Toutes les pièces rotatives doivent être bien protégées.
- Toutes les connexions doivent être effectuées correctement (borniers) et protégées par une boîte verrouillable (de préférence en plastique ou en métal).
- Les composants électromécaniques et leur châssis de base devraient s'asseoir sur une base solide et stable.

4.2. Contrôle et protection

- Il doit y avoir un mécanisme pour contrôler la vitesse de rotation de la turbine, par exemple en réglant le débit d'eau entrant dans la turbine. Le contrôle peut être effectué par une opération manuelle de la vanne, ou bien automatiquement à l'aide d'un régulateur de vitesse.
- Il doit y avoir un mécanisme pour arrêter la turbine manuellement, par exemple, au moyen d'une valve.
- Un contrôle de passage de courant dans le réseau de distribution doit être assuré. En cas de faible charge, un contrôleur de charge devrait instantanément détourner l'électricité à la charge de ballast installée dans la centrale et, le cas échéant, la décharge de turbine doit être réduite. Le système doit être en mesure de s'arrêter automatiquement en cas des problèmes techniques.
- Pression, tension, courant, puissance, fréquence, compteur d'énergie (kWh) doivent être mesurés dans la microcentrale.
- La protection de la ligne de distribution BT (Basse Tension) devrait être fournie contre sur- fréquence, sur et sous-tension, et sur-intensité.

5. Distribution d'électricité et installation des consommateurs

5.1. Distribution de BT

- La tension de conception sera 230/400 Volts. 1-phase est généralement suffisante pour fournir électricité aux ménages pour l'éclairage, les téléviseurs et autres appareils électroménagers. Cependant, des connexions à 3 phases doivent être mises à disposition pour l'utilisation productive.
- La chute de tension maximale admissible à la fin de la connexion de service de BT (point de fourniture du client) ne doit pas être supérieure à $\pm 5\%$ en monophasé et $\pm 10\%$ (triphase) de la tension nominale calculée.
- La conception du réseau devra être faite avec des conducteurs aériens de type torsadé (ABC). Le système de mise à la terre du neutre est applicable.
- Les critères pour la construction du réseau de distribution BT applicables au Rwanda sont détaillés dans les normes de réticulation EARP. Les normes fournissent des gardes minimales du sol et les travées de ligne acceptables.
- Le régime de mise à la terre pour la distribution d'électricité doit respecter les normes de réticulation d'EARP. Les onduleurs et armoires principales AC (Courant Alternatif) doivent être conçus pour respecter les critères nationaux concernant le régime de mise à la terre.

5.2. Installations du consommateur

- Les connexions de service sont de type aérien, reliant directement les pôles aux maisons et fixées sur la structure du toit de la maison ou de la paroi au moyen d'une pince de tension appropriée avec boulon à œil ou un boulon en queue de cochon.
- Des compteurs et / ou la limitation de charge/MCBs doivent être installés. Des dispositifs de limitation d'énergie ou système de gestion de prépaiement anticipé peuvent également être installés dans le cas de

nombreux clients.

- Des câbles appropriés avec la dimension correcte et l'isolation doivent être utilisés en fonction du courant requise par le consommateur.
- Toutes les prises électriques doivent avoir une prise de terre de protection qui est connecté au système de mise à la terre.
- Les boîtes de distribution installées entre le réseau de distribution et la maison avec câblage interne doivent satisfaire les critères de sécurité, et se conformer au système de mise à la terre.
- Le développeur du projet doit réfléchir sur les responsabilités telles que : (i) Le câblage domestique interne, y compris les ampoules, peuvent être fournis, détenus et gérés par l'entrepreneur (ce qui permet une meilleure utilisation de l'énergie de commande et de la demande), ou (ii) l'entrepreneur peut seulement fournir les connexions de service et compteurs ou limiteur de puissance / énergie.

6. Sélection des manuels recommandés et guides sur microcentrale hydroélectrique mini-réseaux

Orientation technique est fournie par les normes et les lignes directrices suivantes (à acheter):

1. EWSA (2013): Design standards and guidelines for EARP Rural electrification
2. RS 116 – 2011 Electrical wiring of premises – Part I: Low Voltage installations
3. RS EAS 811-1 to 5: 2014 Code of practice for safety of electrical installations

Une sélection des manuels sur Microcentrale hydroélectrique sont disponibles sur ENERGYPEDIA (https://energypedia.info/wiki/Micro_Hydro_Power_%28MHP%29_Manuals)

1. ACE (2009): Good and bad of mini hydro power, Vol 1 & 2 (English & French).
2. GTZ (2009): Micro Hydro Power Scout Guide.
3. JICA (2009): Manuals and Guidelines for Micro-hydropower Development in Rural Electrification, Volume I.
4. JICA (2009): Micro-hydropower Plant Site Completion Test Manual.
5. ESHA (2004): Guide on How to Develop a Small Hydropower Plant, Part 1&2.
6. NRECA (2009): Guides for Electric Cooperative Development and Rural Electrification
7. SERC (2013): Review of Strategies and Technologies for Demand-Side Management on Isolated Mini-Grids
8. SERC (2013): A Guidebook on Grid Interconnection and Islanded Operation of Mini-Grid Power Systems up to 200 kW
9. ARE (2015): Risk Management for Mini-Grids.
http://ruralelec.org/fileadmin/DATA/Documents/06_Publications/RISK_Management_for_Mini-Grids_2015_Final_web.pdf

Guides pratiques publiés (à acheter):

1. Harvey Adam (1993): Micro Hydro Design Manual - A guide to small-scale water power schemes
2. Inversin Allen R. (1986): Micro-Hydropower Sourcebook - A Practical Guide to Design and Implementation in Developing Countries

Published by:

Energising Development (EnDev) Rwanda
Kigali City Tower, 18th Floor
P.O Box 59
Kigali, Rwanda.

Contact:

Simon Rolland
Programme Manager
simon.rolland@giz.de

Razvan Sandru
Adviser
Email razvan.sandru@giz.de

Designed by:

creative republic / Thomas Maxeiner
Visual Communications, Frankfurt a. M.
Germany, www.creativerepublic.net

As of: December 2016