

Isaac Boates
Jean-Sébastien Cardot



European Institute
for Energy Research
by EDF and KIT



Déployer massivement les microgrids

Présentation de l'outil SIG LENI et
réplicabilité des solutions LEOPARD
au Bénin et Sénégal



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 963530

Webinaires - projet WP16 LEOPARD



15
MARS
2023



DISSÉMINER LA TECHNOLOGIE MICRO-GRID EN AFRIQUE DE L'OUEST

Point d'avancement du projet LEOPARD

Webinaire - 15 mars 2023 de 15h à 16h GMT

The LEOPARD project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation program under Grant Agreement 963530.



[Replay] LEOPARD disponible

15
JUN
2023



DIMENSIONNER ET OPTIMISER LES MICROGRIDS

Présentation de l'outil MemoGrid

15 JUN - 13H GMT / 15H FRANCE



MemoGrid

The LEOPARD project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation program under Grant Agreement 963530.



[Replay] LEOPARD disponible

25
OCTOBRE
2023



DÉPLOYER MASSIVEMENT LES MICROGRIDS

Présentation de l'outil LENI et répliquabilité
des solutions LEOPARD

25 OCTOBRE - 13H GMT / 15H FRANCE



LENI

The LEOPARD project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation program under Grant Agreement 963530.



[Replay] LEOPARD disponible



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 963530

1) Présentation générale de l'outil SIG LENI – 20 min

L'outil SIG LENI, développé par EIFER et mis à jour dans le cadre du projet LEOPARD, est un outil d'aide à la décision visant à identifier rapidement des villages candidats afin d'y déployer des solutions d'électrification rurale (microgrids ou SHS) à l'échelle d'une région ou d'un pays.

2) Etude de cas au Bénin - 20 min

EIFER a développé un outil excel qui permet de :

- Pré-Dimensionner la solution microgrid à installer en tenant compte de la courbe de charge et des besoins des habitants
- D'estimer le coût des projets microgrids (capex, opex et LCOE).

3) Questions / Réponses – 20 min

Présentation générale de l'outil SIG LENI



LENI

DELIVERABLES

GIS Study on replicability/adaptability of the LEOPARD microgrid solution to Beninese and Senegalese rural environment and context

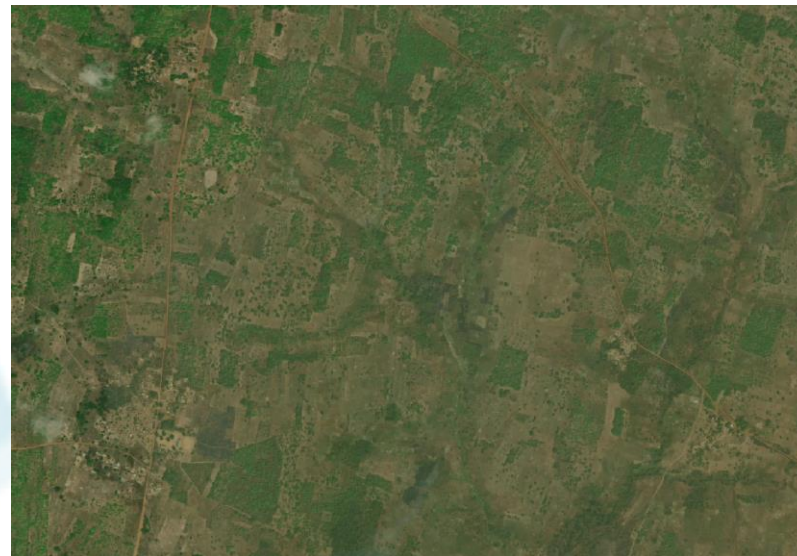


LENI

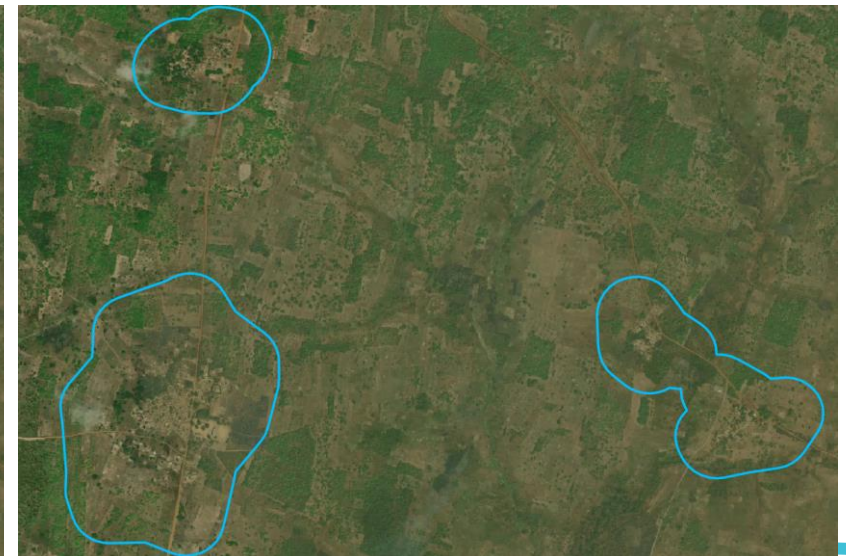
DATABASE

- ✓ Tool developed over the last few years for use in identifying microgrid (+ other electrification method) candidates
- ✓ Uses a geographic database containing several open-source datasets
 - ✓ Rooftop polygons
 - ✓ Localization of demand points
 - ✓ Place names
 - ✓ Roads which may be missing from official maps
 - ✓ Health care facilities
 - ✓ Telecommunication towers
- ✓ The various data sources are passed through an automatic processing pipeline developed at EIFER to put them into one standardized database

Zone of interest



Identified candidate sites





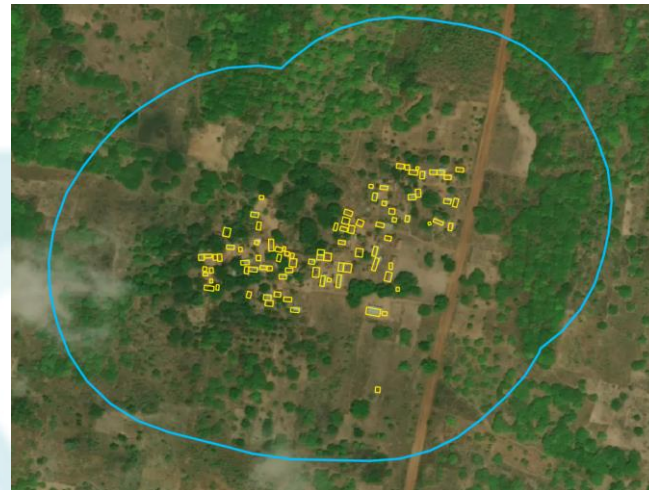
CLUSTERING ALGORITHM

- ✓ A clustering algorithm has been developed which uses this standardized database + a study area as an input
- ✓ It produces a **list of candidate sites inside the study area, with all known information about the candidate associated to it**

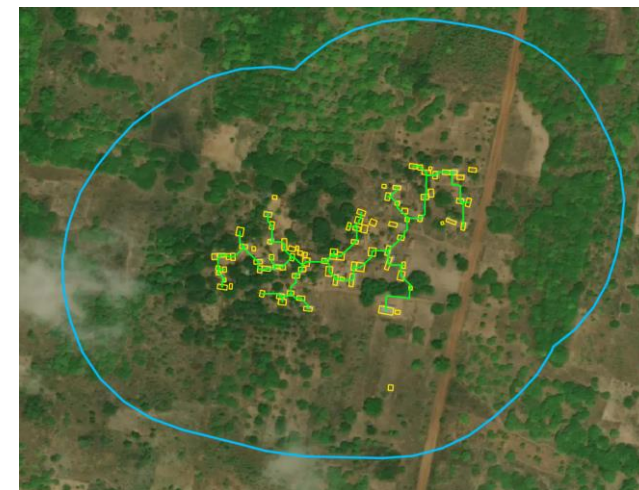
Identified site



Get rooftops



Compute LV network



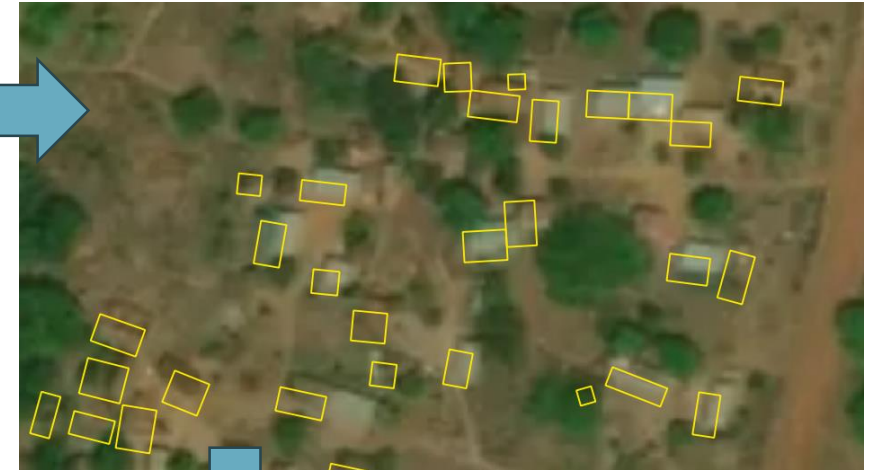


PATHFINDER

- ✓ Population estimates are computed using "average rooftops per dwelling" (3) and "average people per dwelling parameter" (8)
 - ✓ We can re-compute the results with more appropriate results if necessary
- ✓ Clustering and network results for Benin are combined with pre-selected sites provided by Leonide Sinsin (ARESS)
 - ✓ **Blue:** Identified site
 - ✓ **Green:** Identified site matched to pre-selected site



Rooftops



LV grid



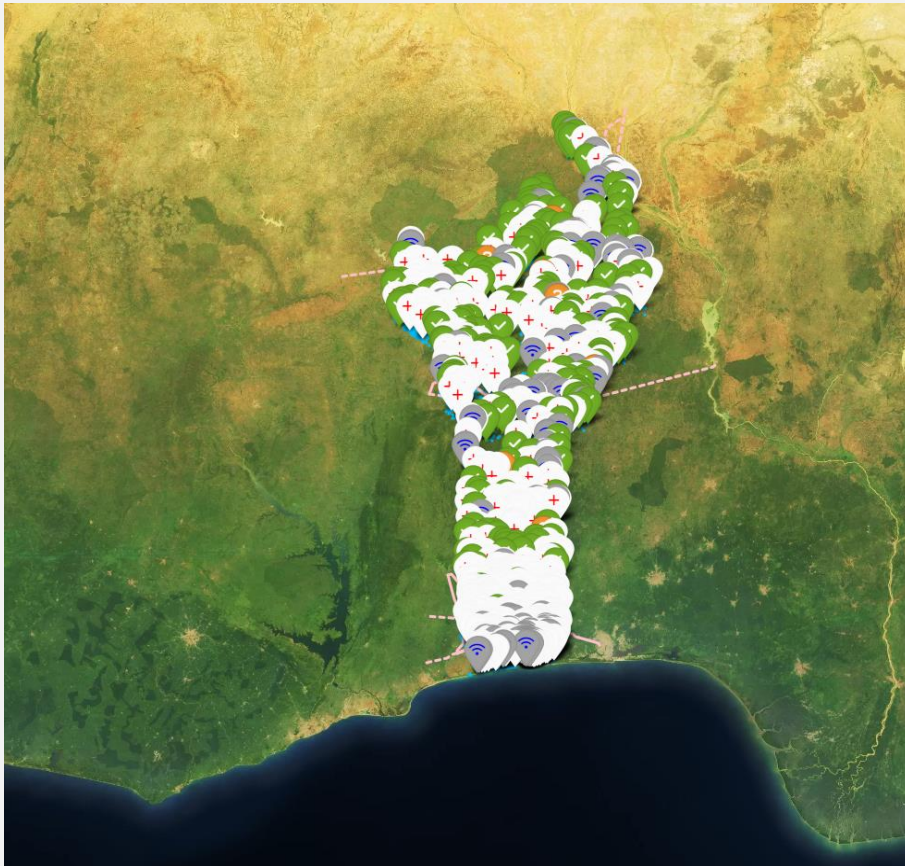
Replicability study: Outputs



LEAP-RE



Interactive map



Benin

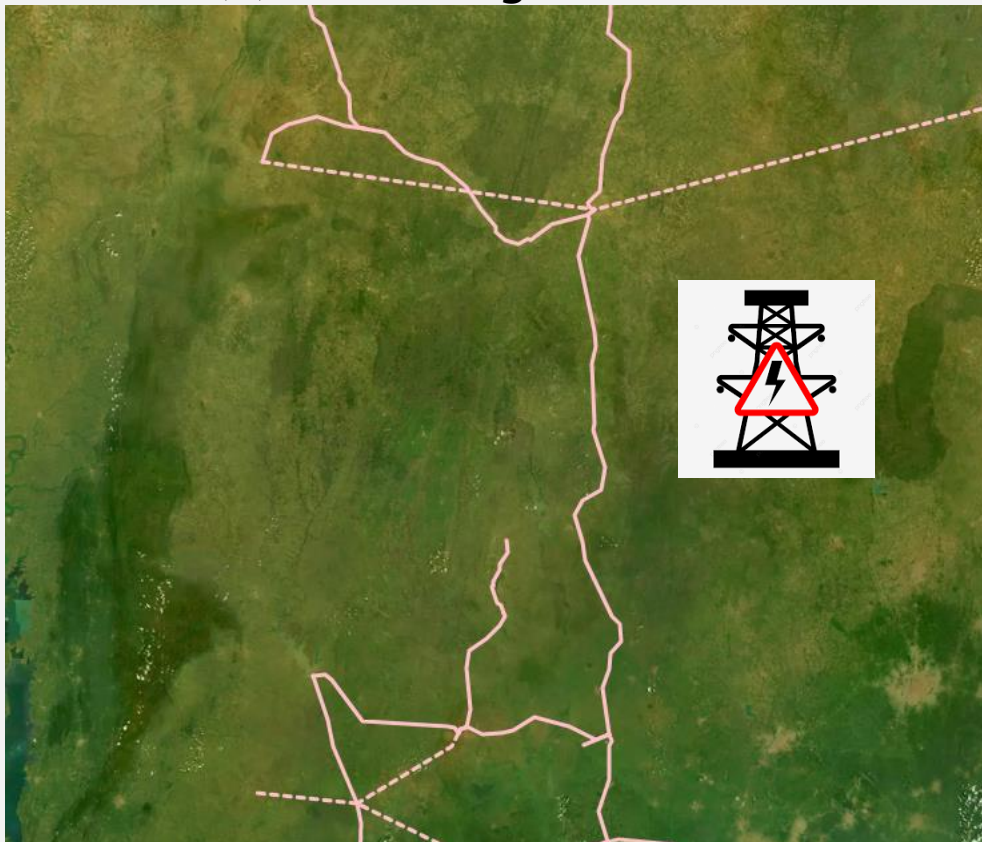


Excel file with all candidate information in rows



Geographic data file
(shapefile, KML, GPKG)

(1) National grid in Benin



[1] Energydata.info: Africa – Electricity Transmission and Distribution Grid Map ([link](#))

[2] Humanitarian Data Exchange: Health Facilities in Sub-Saharan Africa ([link](#))

[3] OpenStreetMap ([link](#))

(2) Healthcare facilities and (3) Telecom tower



- ✓ Also included in the interactive map are:
 - ✓ National grid infrastructure (planned and existing) [1]
 - ✓ Approximate locations of health care facilities [2]
 - ✓ Location of telecommunications towers [3]
- ✓ As well as the distances from each candidate site to each of these layers



Etude de répliquabilité au Bénin



Premier démonstrateur du projet Leopard au centre Songhaï au Bénin

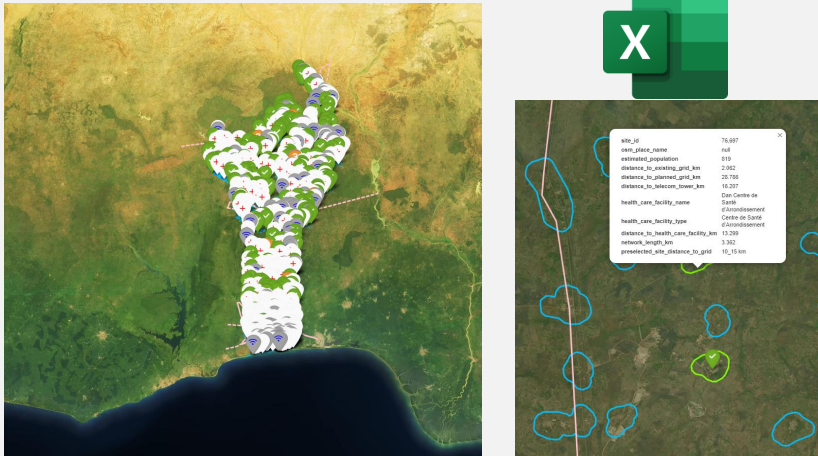
2) Méthodologie Outil excel



LEAP-RE



1



Identifications des candidats + données

2

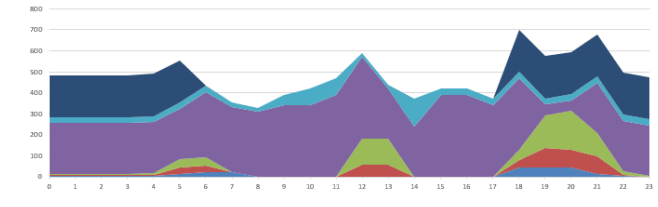
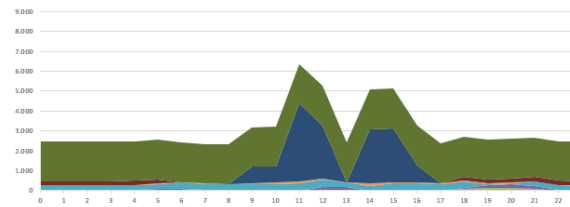
2.1) Courbe de charge (24heures) pour chaque catégorie de client
2.2) Pré-dimensionnement du microgrid (PV, batterie et genset)

Distribution of buildings by type of client	Residential Client - Type 1	Residential Client - Type 2	Residential Client - Type 3	Comercial Client	Public Client	Productive Client	Street lighting (W)	Telecom tower (W)	Client to be defined	Client to be defined
Power (W)	20%	57%	5%	9%	5%	4%	0%	0%	0%	0%
	54	284	444	700	300	5520	200	2000	0	0

Number of inhabitants per household
[1] (Source: Worldbank)

Load curve	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Residential Client - Type 1	5	5	5	5	5	15	24	24	8	9	0	0	0	0	0	0	0	0	44	44	44	12	5	0
Residential Client - Type 2	5	5	5	5	5	30	30	0	0	0	0	0	60	60	0	0	0	0	35	95	85	85	5	0
Residential Client - Type 3	5	5	5	5	10	40	40	0	0	0	0	0	120	120	0	0	0	50	154	185	110	15	5	
Comercial Client	240	240	240	240	240	240	310	310	310	340	340	390	390	240	240	390	390	340	340	51	51	240	240	240
Public Client	30	30	30	30	30	30	30	20	20	50	80	80	20	20	130	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Productive Client	0	0	0	0	0	0	0	0	0	800	800	3300	2700	0	2700	2700	850	0	0	0	0	0	0	0
Street lighting (W)	200	200	200	200	200	200	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	200	200	200	200	200	200
Telecom tower (W)	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Client to be defined	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Client to be defined	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	2.485	2.485	2.485	2.485	2.490	2.555	2.434	2.354	2.330	3.190	3.220	6.370	5.290	2.440	5.070	5.120	3.270	2.370	2.695	2.574	2.595	2.677	2.495	2.475

default value or box to be completed/changed



3



Données économiques:
CAPEX et OPEX (PV, batterie, genset)
LCOE (€/kWh)

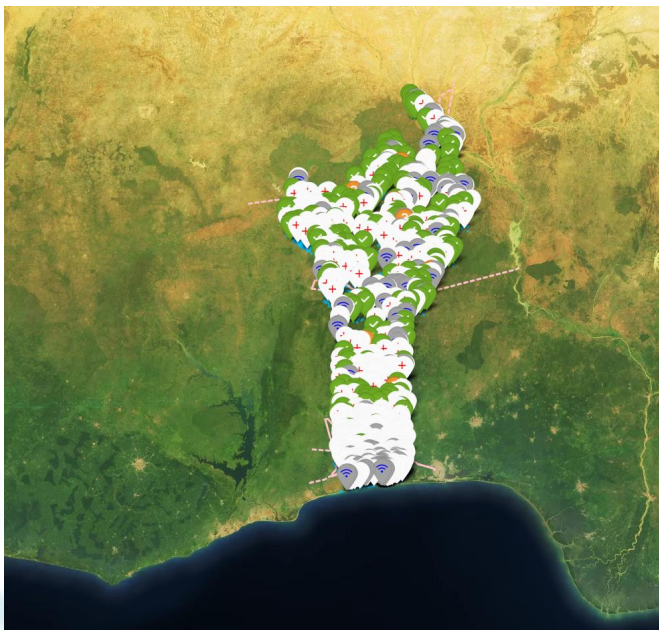
2) Etude de cas au Bénin



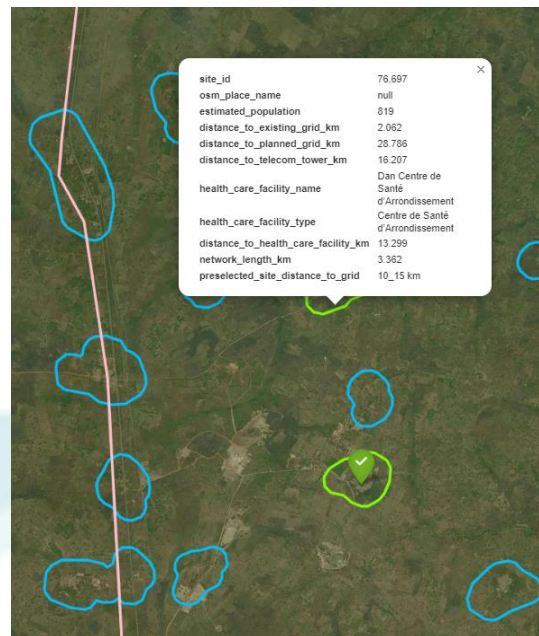
LEAP-RE



1 Villages candidats identifiés avec l'outil LENI au Bénin



Carte interactive



OU



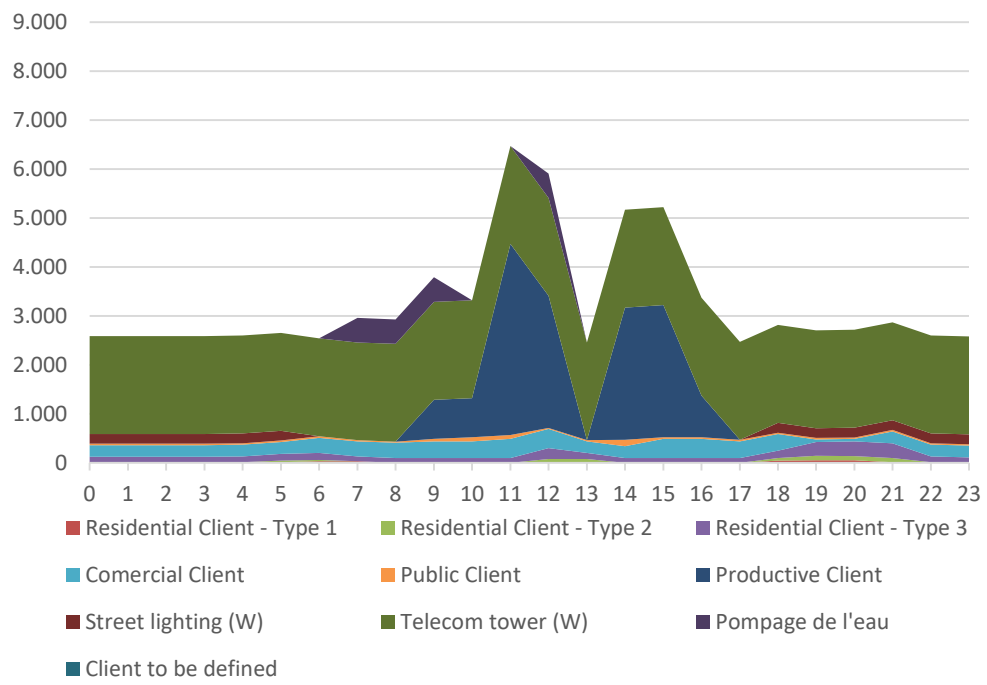
LISTE DES LOCALITES ELIGIBLES AU EHR _ MAI 2023

N° D'ORDRE	TYPE	DEPARTEMENT	COMMUNE	DISTANCE PAR RAPPORT AU RESEAU MOYENNE TENSION	EFFECTIF DE LA POPULATION EN 2020
1	URBAIN	ALIBORI	BANIKOARA	10_15 km	1723
2	RURAL	ALIBORI	BANIKOARA	10_15 km	1963
3	RURAL	ALIBORI	BANIKOARA	15_20 km	3972
4	RURAL	ALIBORI	BANIKOARA	10_25 km	14677
5	RURAL	ALIBORI	BANIKOARA	20_20 km	10642
6	RURAL	ALIBORI	BANIKOARA	10_15 km	4159
7	RURAL	ALIBORI	BANIKOARA	10_15 km	3318
8	RURAL	ALIBORI	BANIKOARA	10_15 km	7839
9	RURAL	ALIBORI	BANIKOARA	10_15 km	2016
10	RURAL	ALIBORI	BANIKOARA	10_15 km	2462
11	RURAL	ALIBORI	BANIKOARA	10_15 km	6318
12	RURAL	ALIBORI	BANIKOARA	15_20 km	2567
13	RURAL	ALIBORI	BANIKOARA	20_25 km	9155
14	RURAL	ALIBORI	BANIKOARA	10_15 km	5079
15	RURAL	ALIBORI	BANIKOARA	15_20 km	3924
16	RURAL	ALIBORI	BANIKOARA	15_20 km	3948

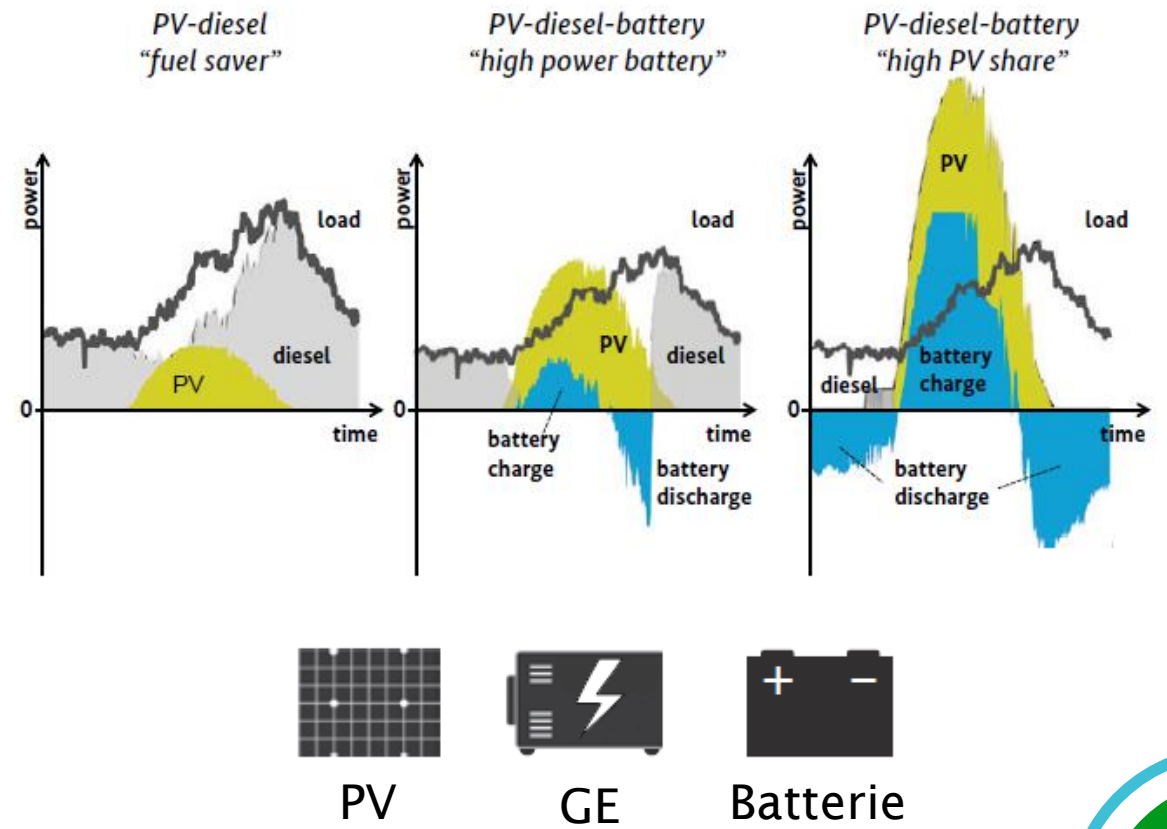


2

Définir la courbe de charge par catégorie de client



Dimensionner l'installation microgrid



Source: Ministry of Energy A guide to mini-grid sizing and demand forecasting - GIZ



3 Formule LCOE (€/kWhe)

$$\sum_{t=0}^T \left(\frac{\text{LCOE}_t}{(1+r)^t} \times E_t \right) = \sum_{t=0}^T \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

$$\text{LCOE} = \frac{\sum_{t=0}^T C_t / (1+r)^t}{\sum_{t=0}^T E_t / (1+r)^t}$$

$$\begin{aligned} \text{LCOE} &= \frac{\sum_{t=0}^T (I_t + O_t + M_t + F_t) / (1+r)^t}{\sum_{t=0}^T E_t / (1+r)^t} \\ &= \frac{\sum_{t=0}^T (I_t + O_t + M_t + F_t) / (1+r)^t}{\sum_{t=0}^T S_t (1-d)^t / (1+r)^t} \end{aligned}$$

LCOE calculation nomenclature.

Nomenclature	
T	Life of the project [years]
t	Year t
C_t	Net cost of project for t [\$]
E_t	Energy produced for t [\$]
I_t	Initial investment/cost of the system including construction, installation, etc. [\$]
M_t	Maintenance costs for t [\$]
O_t	Operation costs for t [\$]
F_t	Interest expenditures for t [\$]
r	Discount rate for t [%]
S_t	Yearly rated energy output for t [kWh/year]
d	Degradation rate [%]

LCOE » signifie « Levelized Cost Of Energy », soit « coût actualisé de l'énergie ». Il correspond, pour une installation de production d'énergie à la somme des coûts actualisés de production d'énergie divisée par la quantité d'énergie produite.

Outil excel – Aide à la décision



LEAP-RE



Outil d'aide à la décision



V13.10.2022

- Permet d'identifier des prospects, candidats dans des zones géographiques (par pays ou région identifiée par le client)
- Estimation de la population dans le cluster
- Interactif map (outil SIG)
- La courbe de charge est définie sur une journée type (24heures) à rentrer manuellement pour chaque catégorie de client
- Donne des budgets d'investissement et opex (centrale microgrid et réseau BT)
- Techno microgrid basé sur PV, Batterie et groupe diesel
- Donne une estimation du LCDE (€/kWh)

Limite de tableur excel

- Tableur excel ne prend pas en compte l'effet d'échelle des projets (ratio en €/kWh)
- Ratio en euro par kw est identique pour des projets de petites tailles et de grandes tailles
- Ne rentre pas dans le détail de la construction de la courbe de charge sur une année (saisonnalité)
- Estimation de la longueur du réseau BT (-> version détaillé outil Premogrid)
- Ne prend pas en compte les pertes de rendement des capteurs PV au cours du temps
- Ne prend pas en compte dans le LCDE : Renouvellement du matériel + ratio coût (pièce de rechange)

Méthodologie utilisée

1) Nous lançons l'outil SIG afin d'identifier des clusters (candidats) au Bénin.
Nous nous sommes focalisés sur les candidats éloignés à minima de 20 km du réseau national d'électricité.
Pour chaque cluster, voici la liste non exhaustive des informations que l'on peut trouver sur une carte interactive :



Version 13.10.2022
eifer

Candidates identification, load curve estimation and project investment and maintenance costs

INPUTS AND OUTPUTS PARAMETERS DESCRIPTION

1. Candidates identified by LENI tool with interactive map or coming from another source (database, field data)

OR

LISTE DES LOCALITES SÉLECTIONNÉES AU 09/11/2022						
N°	TYPE	DÉPARTEMENT	COMMUNE	DISTANCE PAR ROUTE AU RÉSEAU NATIONAL EN KM	ESTIMÉE DE LA POPULATION EN KM2	ESTIMÉE DE LA POPULATION EN KM2
1	Public	ALIBORI	MANANTARI	20,21	100	100
2	Public	ALIBORI	MANANTARI	20,21	200	200
3	Public	ALIBORI	MANANTARI	20,21	300	300
4	Public	ALIBORI	MANANTARI	20,21	400	400
5	Public	ALIBORI	MANANTARI	20,21	500	500
6	Public	ALIBORI	MANANTARI	20,21	600	600
7	Public	ALIBORI	MANANTARI	20,21	700	700
8	Public	ALIBORI	MANANTARI	20,21	800	800
9	Public	ALIBORI	MANANTARI	20,21	900	900
10	Public	ALIBORI	MANANTARI	20,21	1000	1000
11	Public	ALIBORI	MANANTARI	20,21	1100	1100
12	Public	ALIBORI	MANANTARI	20,21	1200	1200
13	Public	ALIBORI	MANANTARI	20,21	1300	1300
14	Public	ALIBORI	MANANTARI	20,21	1400	1400
15	Public	ALIBORI	MANANTARI	20,21	1500	1500
16	Public	ALIBORI	MANANTARI	20,21	1600	1600
17	Public	ALIBORI	MANANTARI	20,21	1700	1700
18	Public	ALIBORI	MANANTARI	20,21	1800	1800
19	Public	ALIBORI	MANANTARI	20,21	1900	1900
20	Public	ALIBORI	MANANTARI	20,21	2000	2000
21	Public	ALIBORI	MANANTARI	20,21	2100	2100
22	Public	ALIBORI	MANANTARI	20,21	2200	2200
23	Public	ALIBORI	MANANTARI	20,21	2300	2300
24	Public	ALIBORI	MANANTARI	20,21	2400	2400
25	Public	ALIBORI	MANANTARI	20,21	2500	2500
26	Public	ALIBORI	MANANTARI	20,21	2600	2600
27	Public	ALIBORI	MANANTARI	20,21	2700	2700
28	Public	ALIBORI	MANANTARI	20,21	2800	2800
29	Public	ALIBORI	MANANTARI	20,21	2900	2900
30	Public	ALIBORI	MANANTARI	20,21	3000	3000

2. Social and Technical assumption

INPUTS

Client/Category	W/h/day	Power (KW)
Client Résidentiel Type 1	265	30
Client Résidentiel Type 2	565	200
Client Résidentiel Type 3	3.240	400
Client commercial	6.532	700
Client public	300	300
Client productif	14.450	5520
Eclairage public	2.400	200
Client industriel/Tour Telecom	48.000	2000
Pompage eau potable	2.000	500
Client à définir	0	0
Total	78.512	9.310

Ratio Installed Capacity / Peak Power Demand*

Ratio	Suburban (€/kWh)	Suburban Power (€/kWh)	Suburban Inverter (€/kWh)	Suburban Concrete (€/kWh)	Suburban Diesel (€/kWh)
150%	346%	160%	150%	100%	

*Design and optimization with Memogrid tool (EIFER)

Daily load curve (kWh)

Daily load curve without client productif and client éclairage public

OUTPUT Candidates MG

- Estimated population in a cluster
- Distance from national grid
- Distance from Telecom Tower
- Healthcare Facility name
- Area in km2
- Major size length in km
- Network length inside the clusters

15

3) Questions / réponses



MERCI POUR VOTRE ATTENTION !

