

PROJET LEOPARD

RENFORCEMENT DE CAPACITÉS DES
ACTEURS DU SECTEUR DES ÉNERGIES

Conception d'un miniréseau hybride
d'énergies renouvelables et estimation
de la demande

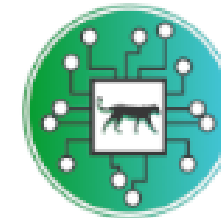
04 DÉCEMBRE 2024

Prof. FIFATIN Xavier
Dr Alain K. TOSSA



LEAP-RE

Long-Term Joint EU-AU Research
and Innovation Partnership on Renewable Energy



LEOPARD

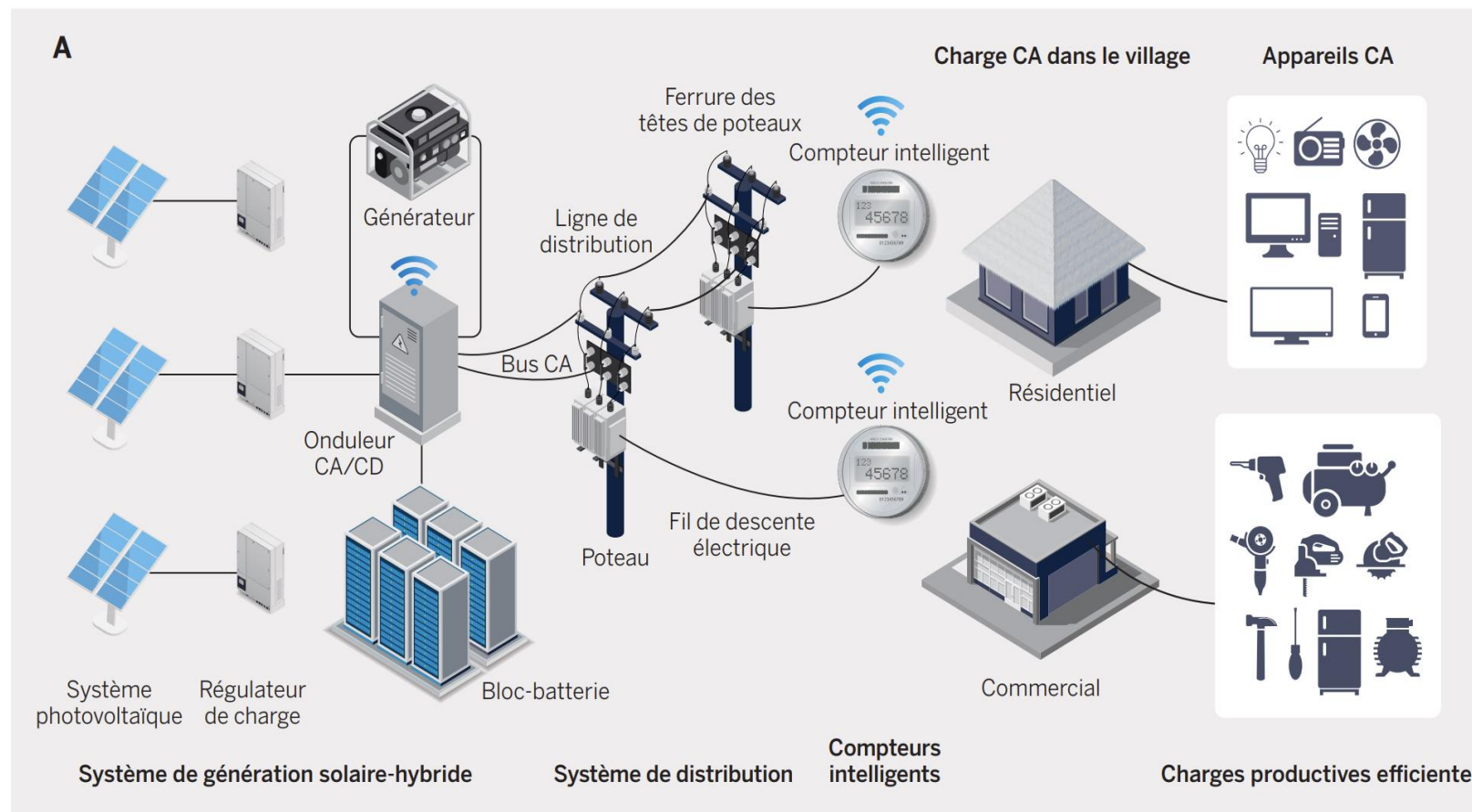


The LEAP-RE project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement 963530.

- I. Concept de miniréseau hybrides d'EnR
- II. Dimensionnement (Focus sur l'Evaluation de la demande)

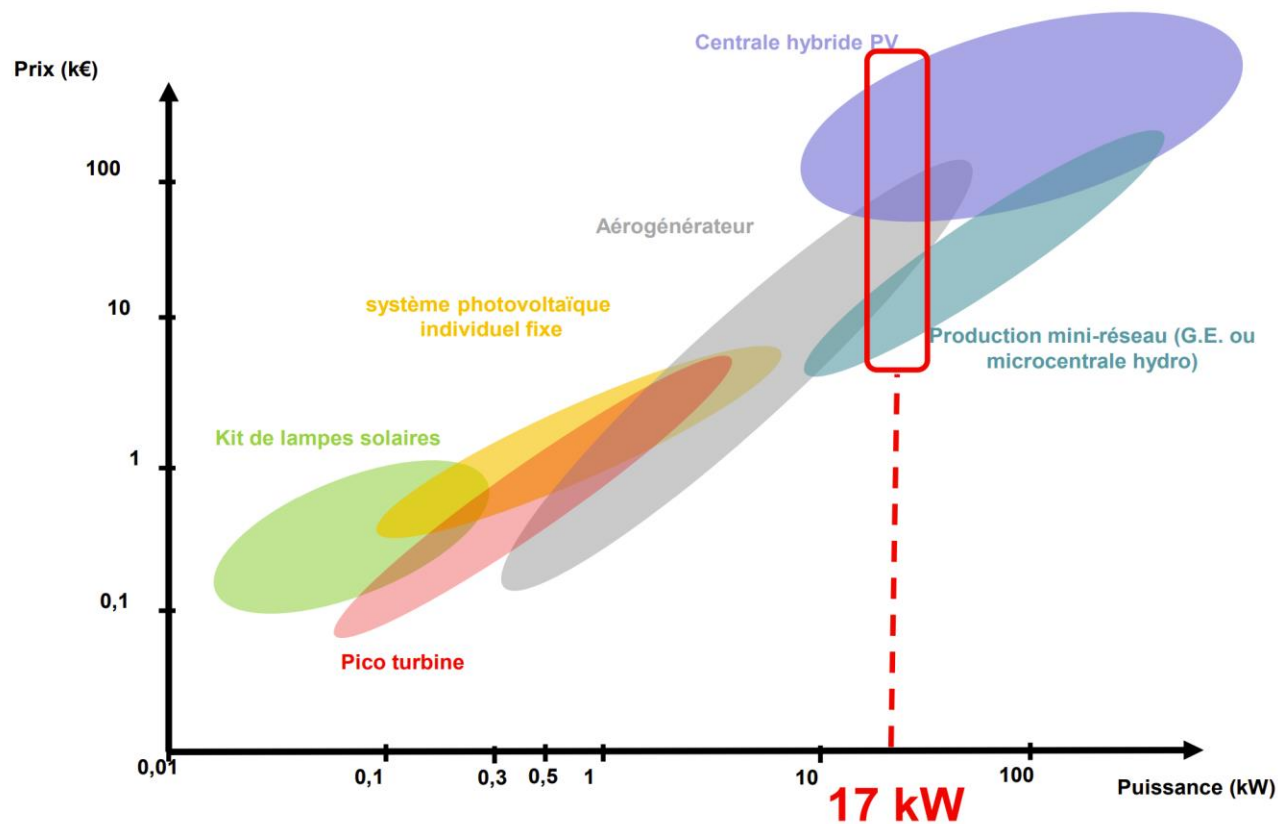
I. Concept de miniréseau hybrides d'EnR

Un mini-réseau est un système intégré de production électrique locale autonome et de distribution pour servir un certain nombre d'utilisateurs.



I. Concept de miniréseau hybrides d'EnR

- **Petits MREPs** : $P < 100$ kW maximum
- **Moyens MREPs** : $100 \text{ kW} < P < 1 \text{ MW}$
- **Grands MREPs** : $1 \text{ MW} < P < 10 \text{ MW}$
- Réseau de distribution BT : Monophasé ou triphasé (Réseau de distribution)
- Selon les distances en présence, besoin de transfos BT/MT et MT/BT

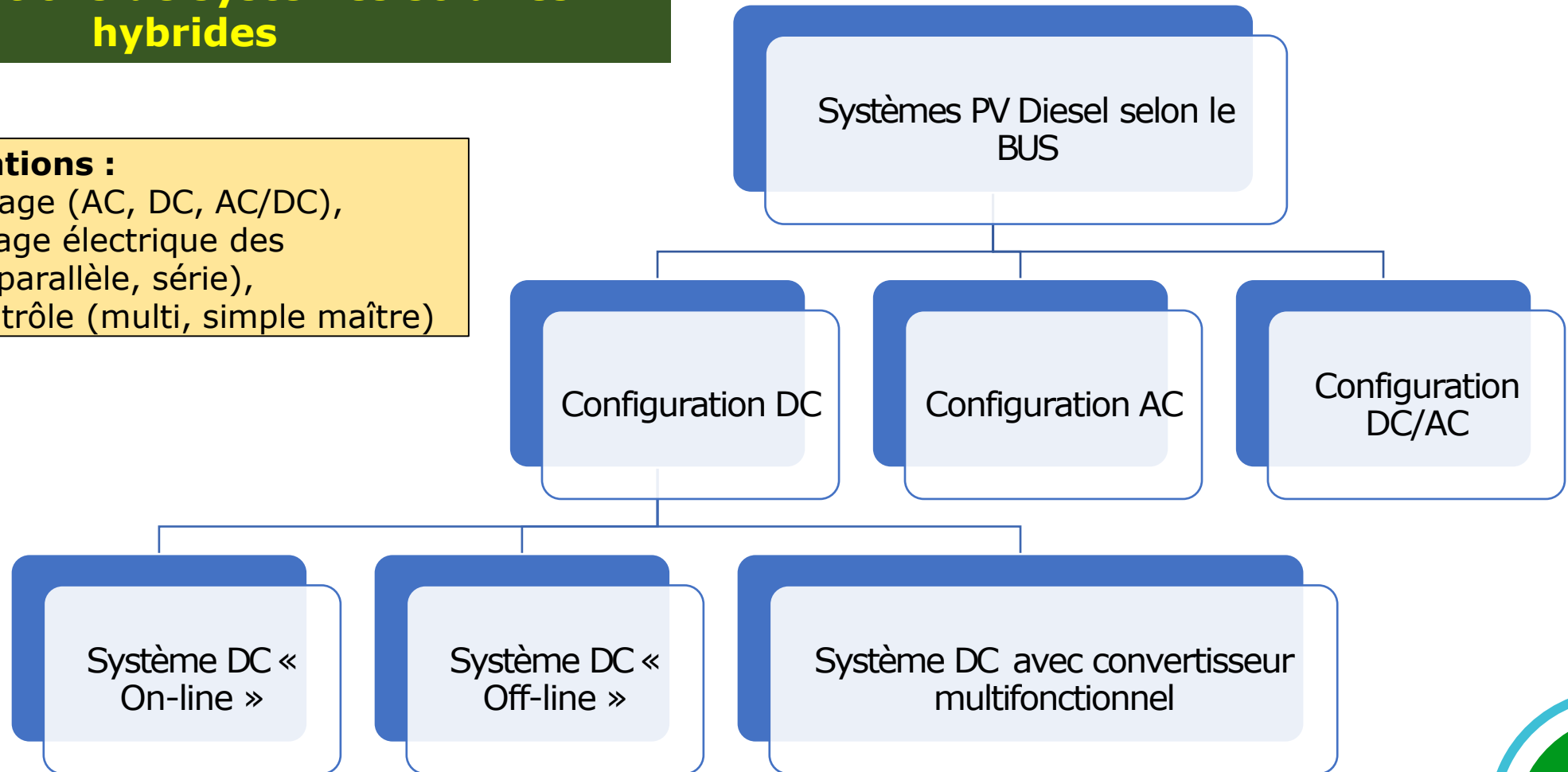


I. Concept de miniréseau hybrides d'EnR

Configurations de systèmes solaires hybrides

Trois classifications :

- Type de couplage (AC, DC, AC/DC),
- Type de montage électrique des composants (parallèle, série),
- modes de contrôle (multi, simple maître)

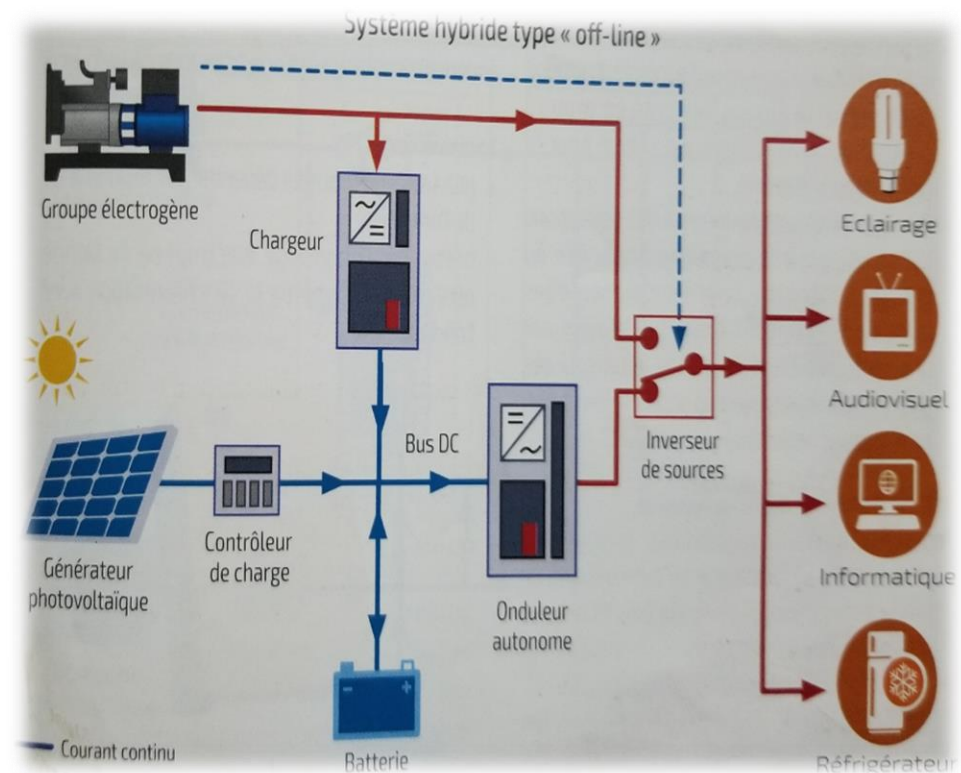
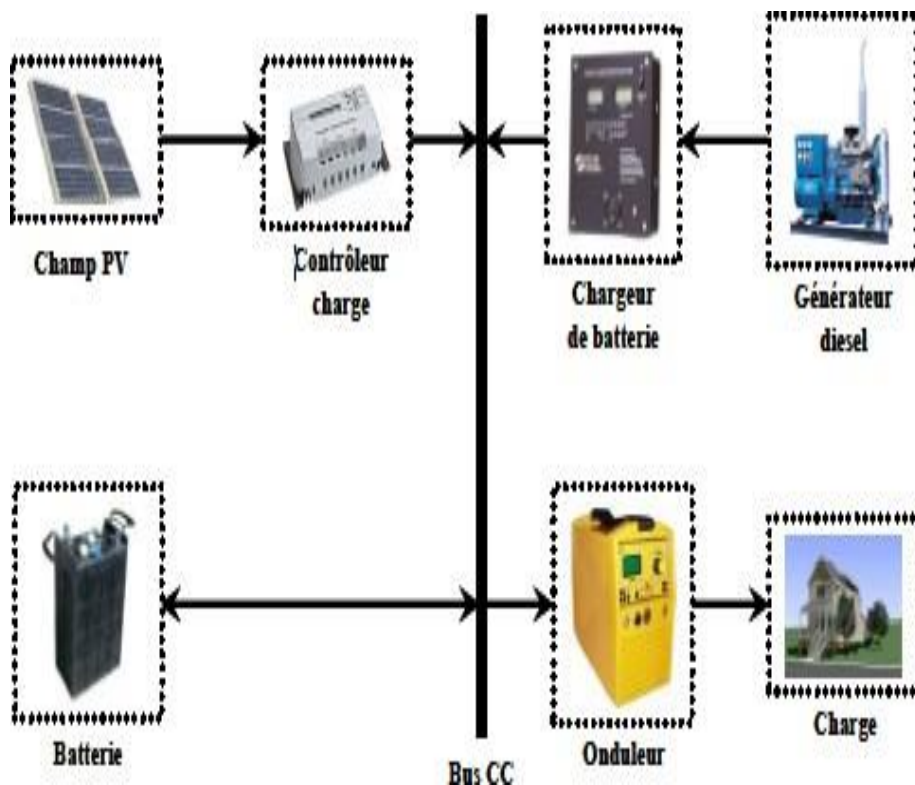


I. Concept de miniréseau hybrides d'EnR

Configurations de systèmes hybrides

Configuration à bus DC

Tous les composants qui produisent de l'électricité sont connectés au **bus CC** depuis lequel les batteries sont rechargées



I. Concept de miniréseau hybrides d'EnR

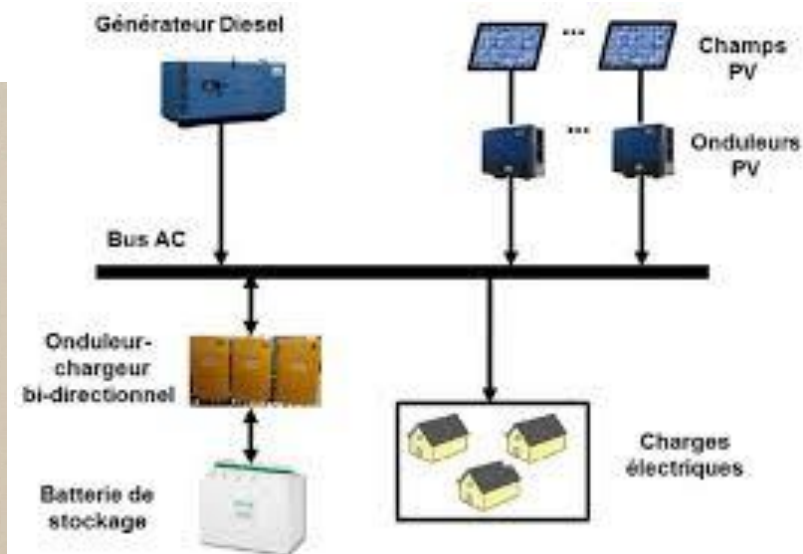
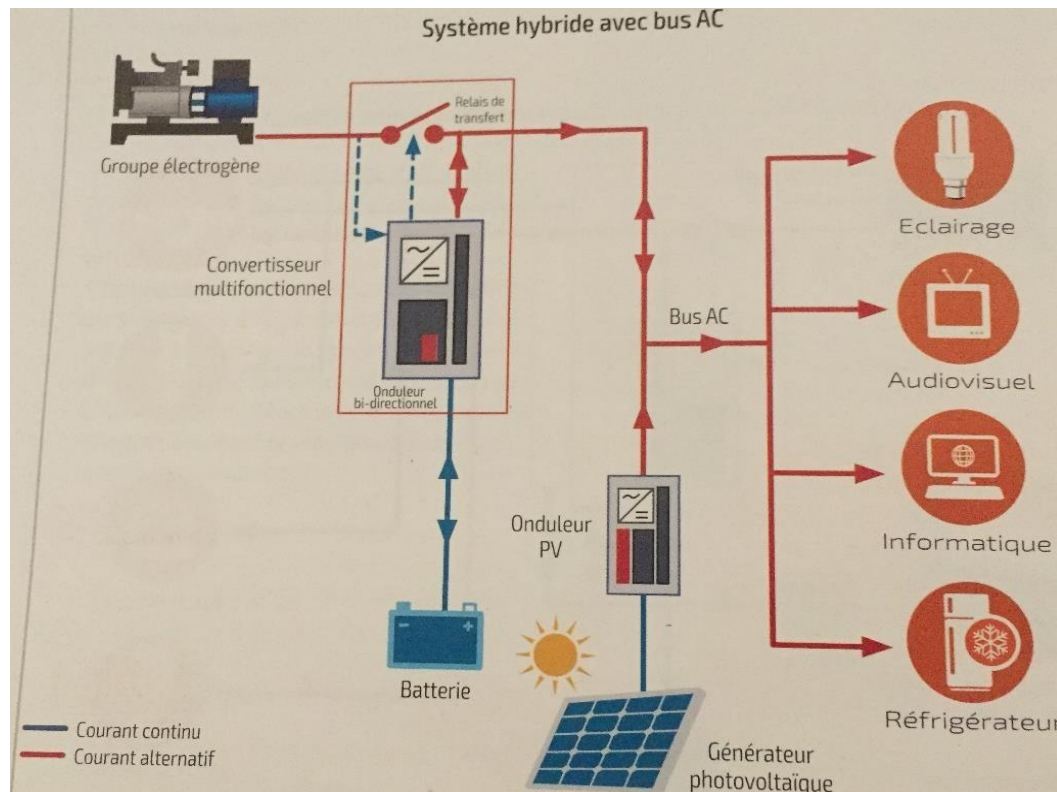
Configurations de systèmes hybrides

Configuration à bus AC

Tous les composants qui produisent de l'électricité sont connectés au bus AC

Présence générale d'un onduleur réseau si solaire PV

Configuration à bus AC



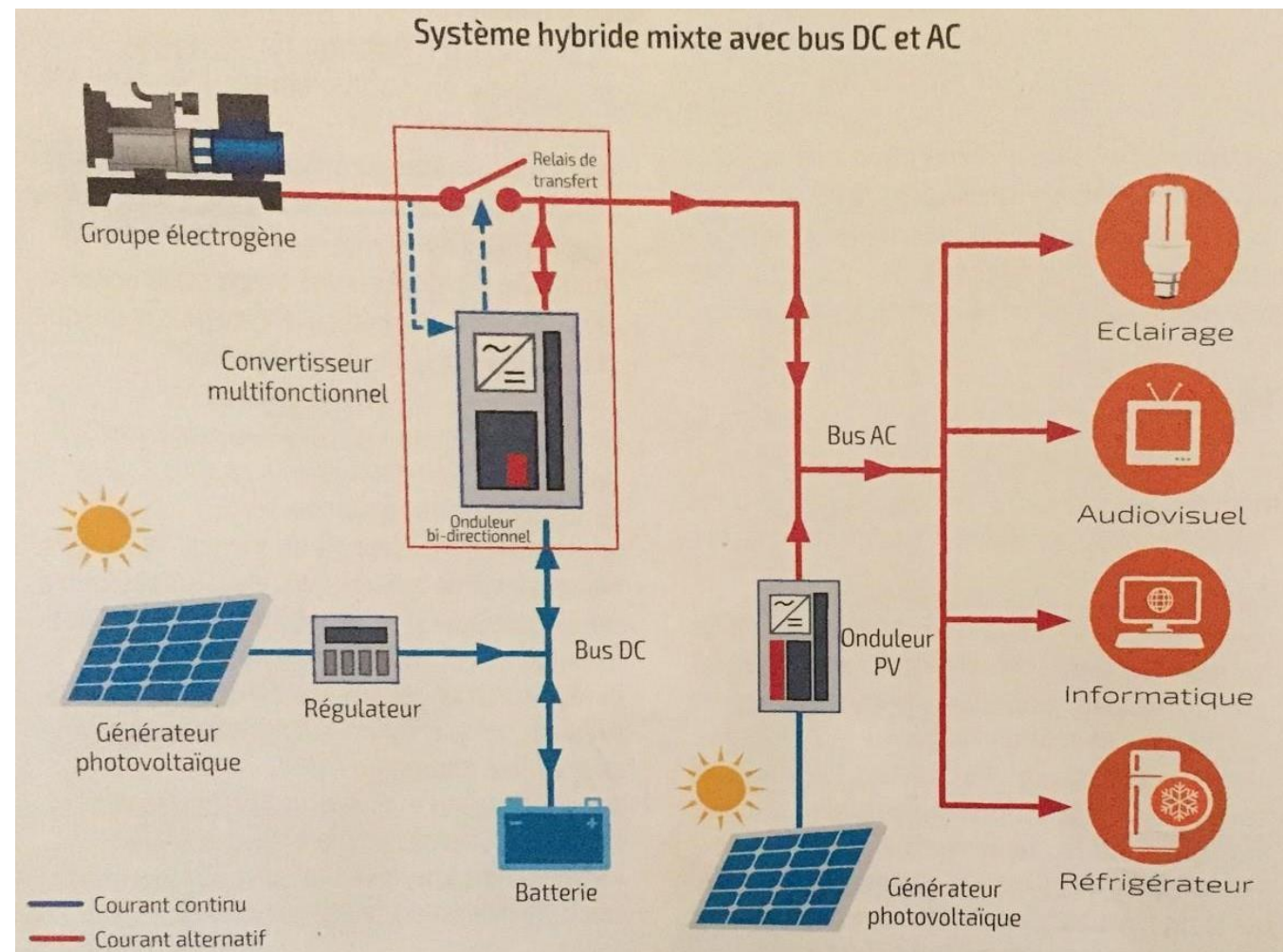
I. Concept de miniréseau hybrides d'EnR

Configurations de systèmes hybrides

Configuration à AC/DC

- Deux bus en présence (AC et DC)
- Deux champs PV, l'un en AC et l'autre en DC

Configuration à bus AC/DC



I. Concept de miniréseau hybrides d'EnR



Configuration à AC/DC

Configuration à AC

Configuration à DC

- 1. Comment choisir une configuration ?**
- 2. Comment dimensionner le système solaire de la configuration choisie ?**
- 3. Comment simuler et optimiser (améliorer) le système solaire dimensionné ?**

Quels sont les objectifs du dimensionnement ?

OBJECTIFS -- DIMENSIONNEMENT:

1. Quelle configuration de système solaire pour le miniréseau me permettra de satisfaire un profil donné de charge ?
2. Comment garantir :
 - a. Une grande fiabilité technique ?
 - b. Un compromis appréciable entre l'investissement (CAPEX), l'exploitation et la maintenance (OPEX) ?
 - c. Un faible coût du kWh d'énergie produite ?

Facteurs à considérer

- les conditions environnementales du site (**Irradiance, température ambiante**, humidité, vitesse du vent) ;
- le profil de la courbe de charge (consommation) ;
- les ressources financières ;
- la disponibilité de la technologie et le support technique.

Critères technico-économiques

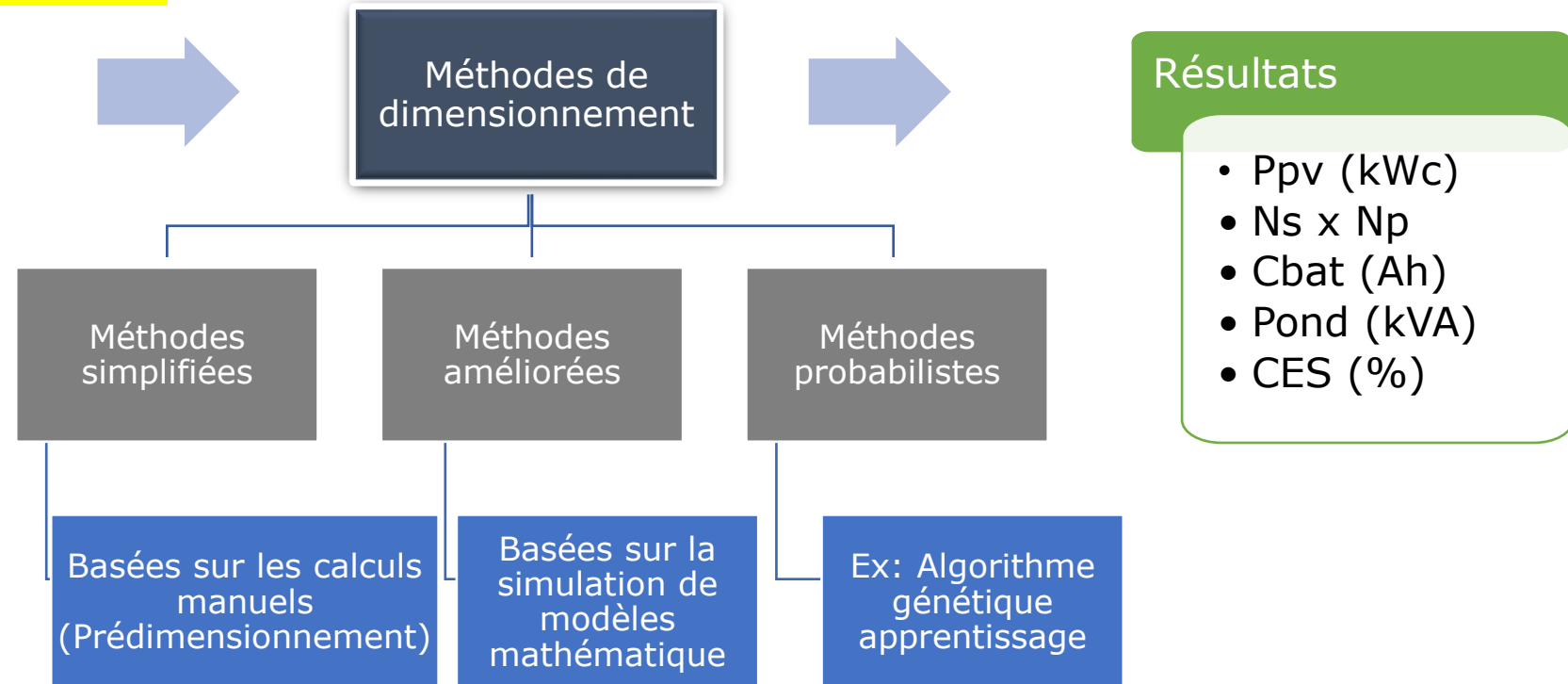
- 1) Probabilité de perte de la charge
- 2) Coût de l'énergie produite : LCC, LCOE
- 3) Tonnes de CO₂ évités

II. Méthodes de dimensionnement

Quelles sont les méthodes de dimensionnement ?

Entrées

- G (kWh/m²/jr)
- T_{amb} (°C)
- E_{jr} (kWh/jr)
- η (%)
- PR (%)
- DoD (%)
- U_{bat} (V)
- CES_o (%)



II. Méthodes de dimensionnement

Dans la pratique ...

Critères techniques
Priorité des sources

Pré- dimensionnement
(techniques)

- Evaluer les charges et le potentiel,
- Choix d'une configuration de SHE,
- Dimensionner les générateurs PV et Diesel,
- Dimensionner le stockage (gestion ou de production)
- Dimensionner l'onduleur.

Critères technico-économiques
Coût kWh

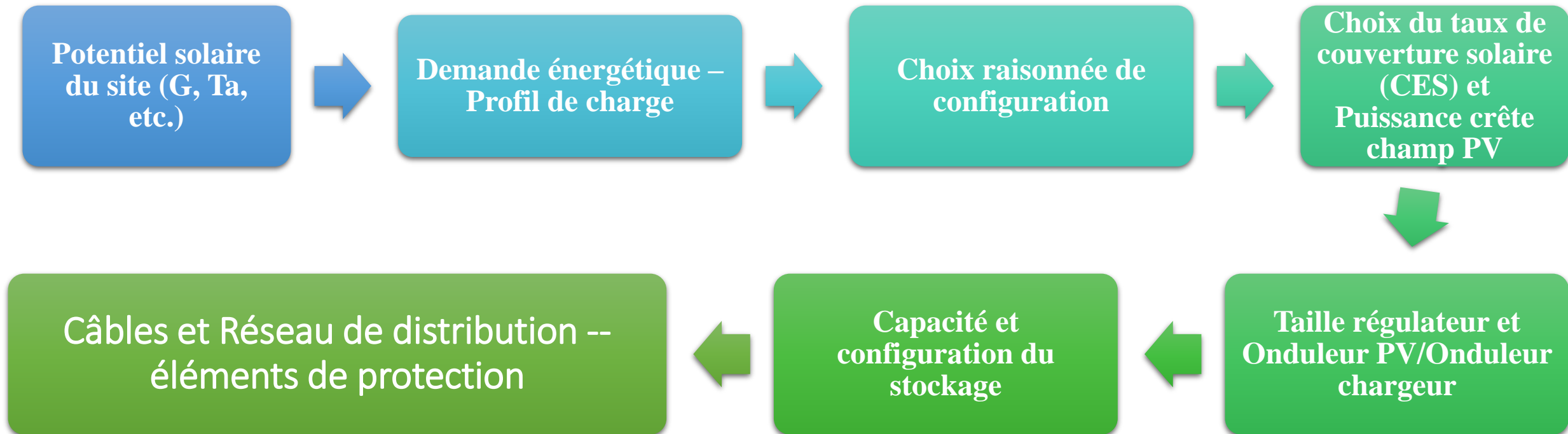
Dimensionnement optimisé
(technico- économique)

- Utilisation des modèles mathématiques embarqués dans des logiciels (Homer, Memogrid, Hybride etc.),
- Simulation de plusieurs combinaisons autour des tailles issues du pré-dimensionnement,
- Tri des combinaisons selon le critère technico-économique retenu.

II. Méthodes de dimensionnement



ETAPES DU PREDIMENSIONNEMENT



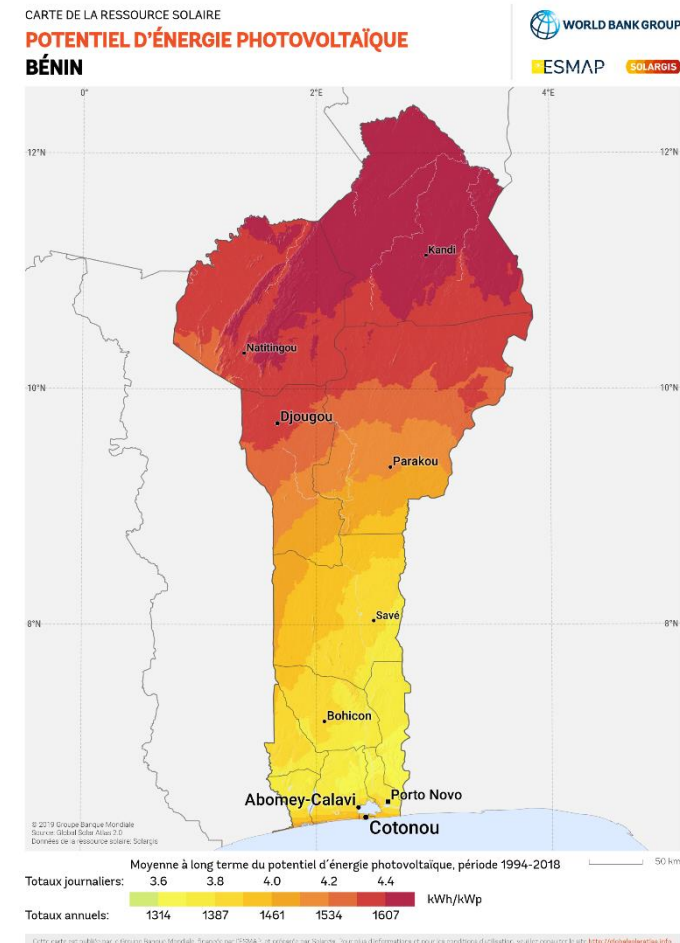
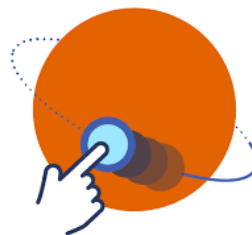
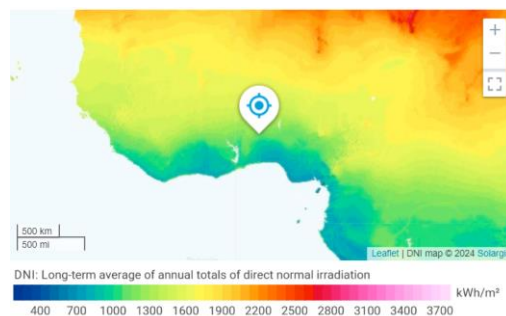
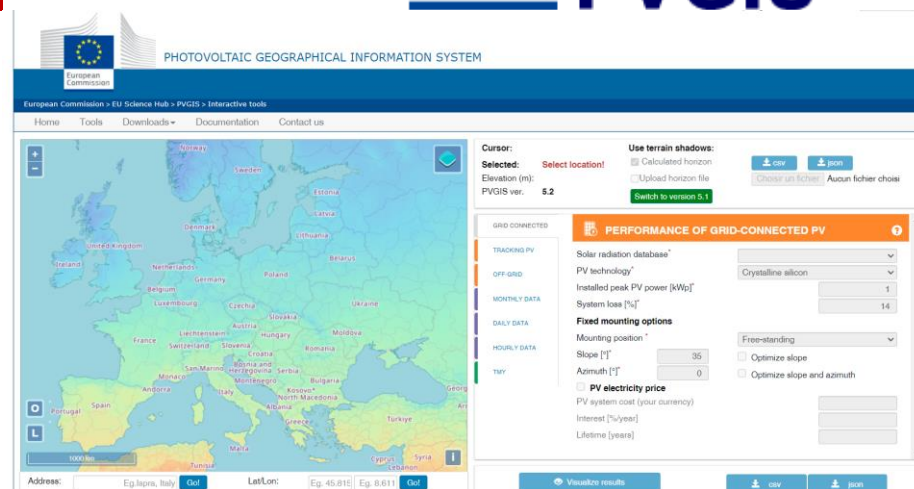
II. Méthodes de dimensionnement

ETAPES DU PREDIMENSIONNEMENT

1- Déterminer l'ensoleillement du site d'installation

Données météo

- Irradiation journalière (kWh/m²/jr)
- Température moyenne ambiante (°C)
- moyennes mensuelles ou données TMY

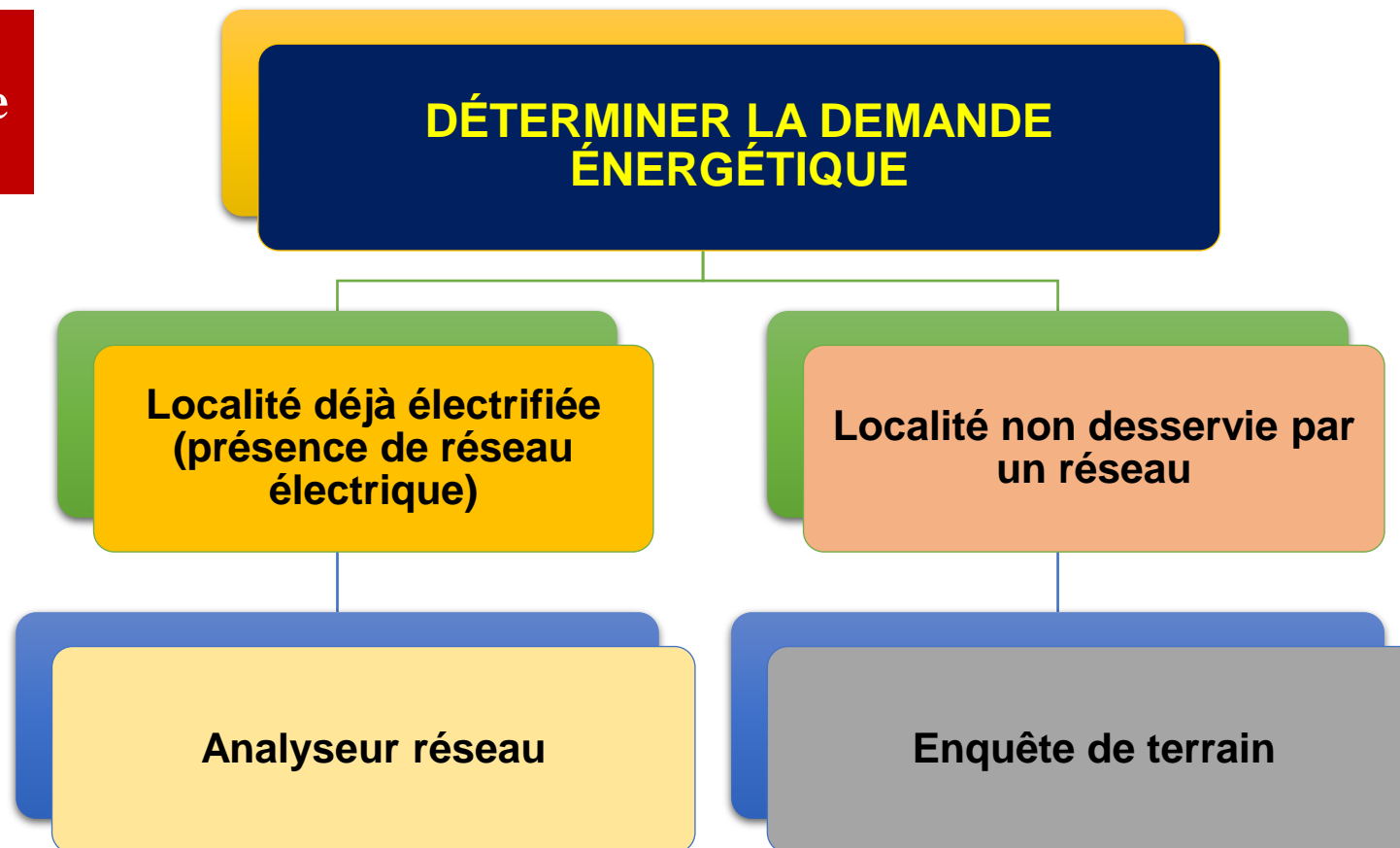


Global Atlas
FOR RENEWABLE ENERGY

II. Méthodes de dimensionnement

ETAPES DU PREDIMENSIONNEMENT

**2- Demande
énergétique – Profil de
charge**



PROFIL DE CHARGE DE LA DEMANDE

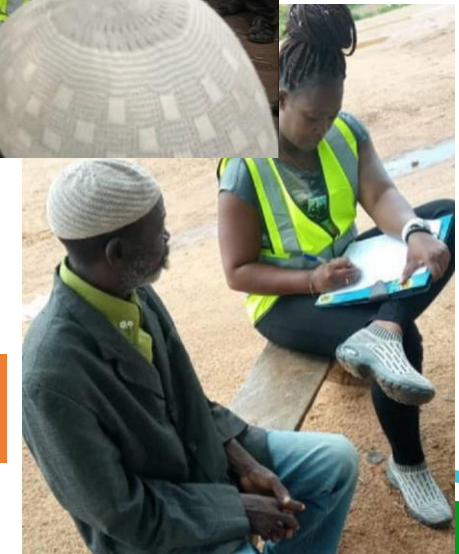
2- Demande énergétique – Profil de charge

Cas d'un village non desservi par le réseau électrique

Enquête de terrain et collecte de données

Point des Ménages:

- Constituer un échantillon représentatif des ménages de la localité bénéficiaire ;
- **Situation actuelle :** Échanger avec les chefs ménages afin de recueillir les pratiques actuelles et les dépenses afférentes pour satisfaire les besoins d'éclairage, de recharge portable, de radio, télévision, de conservation etc. (bougie, lampe à pétrole, piles, batteries, groupe électrogène etc.).
- **Besoins futurs:** recueillir auprès des chefs ménages, les services souhaités à l'arrivée de l'électricité (Télévision, réfrigérateurs, etc.)



Vers la fiche de collecte

2- Demande énergétique – Profil de charge

Cas d'un village non électrifié

Exemple issu d'une étude au Bénin (PRODERE)

Traitement des données collectées

- Procéder à une segmentation des ménages en fonction des besoins exprimés par les ménages (riches, moyens, pauvres);
- La segmentation peut découler des expériences en termes d'analyse de la consommation dans des localités déjà alimentées par un miniréseau ;
- Elle peut se baser sur les niveaux de dépenses actuellement consenties par les ménages pour les services d'éclairage (bougie, lampes etc.), la radio, télévision, groupe électrogène etc.

	Postes	Périodicité	Montant périodique	Montant mensuel	Proportion de la population
Niveau 1	Piles	14 jours	200	400	70%
	Bougie			800	
	Pétrole	trois jours	150	1500	
	Téléphone	Cinq jours	125	750	
	Disponibilité à payer les services énergétiques du Groupe 1			3 450 F CFA	
Niveau 2	Batterie pour l'éclairage	tous les 2 jours	500	7500	20%
	Disponibilité à payer les services énergétiques du Groupe 2			7500 F CFA	
Niveau 3	Groupe électrogène	Essence : 4 litres tous les 5 jours	2000	12000	10%
	Entretien	mois	250	250	
	Disponibilité à payer les services énergétiques du Groupe 3			12 250 F CFA	

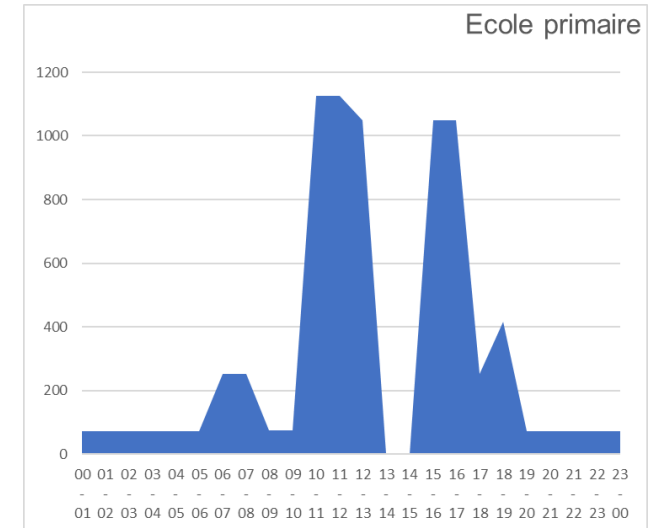
II. Méthodes de dimensionnement

2- Demande énergétique – Profil de charge

Définir les profils de charge pour les ménages et infrastructures

Ecole Primaire							
Emplacem	referenc	puissance électrique [W]	quantité	puissance totale	heure diurne	heure nocture	energie diurne
Groupes A et B	lampes de classe	18	14	252	2	2	504
	lampes de veille	18	4	72	0	12	0
	brasseur classe	75	14	1050	3	2	3150
adminitratio n proviseur	lampes	18	1	18	0	1	0
adminitratio n proviseur	brasseur	75	1	75	4	1	300
TOTAL							3954
							7515

ECOLE PRIMAIRE						
Heures (h)	lampes de classe	lampes de veille	brasseur	lampes proviseur	brasseur proviseur	profil de consumma
00-01		72				72
01-02		72				72
02-03		72				72
03-04		72				72
04-05		72				72
05-06		72				72
06-07	252					252
07-08	252					252
08-09					75	75
09-10					75	75
10-11			1050		75	1125
11-12			1050		75	1125
12-13			1050			1050
13-14						0
14-15						0
15-16			1050			1050
16-17			1050			1050
17-18		252				252
18-19	252	72		18	75	417
19-20		72				72
20-21		72				72
21-22		72				72
22-23		72				72
23-00		72				72
					consomma tion	7515
					puissance de pointe	1125



II. Méthodes de dimensionnement

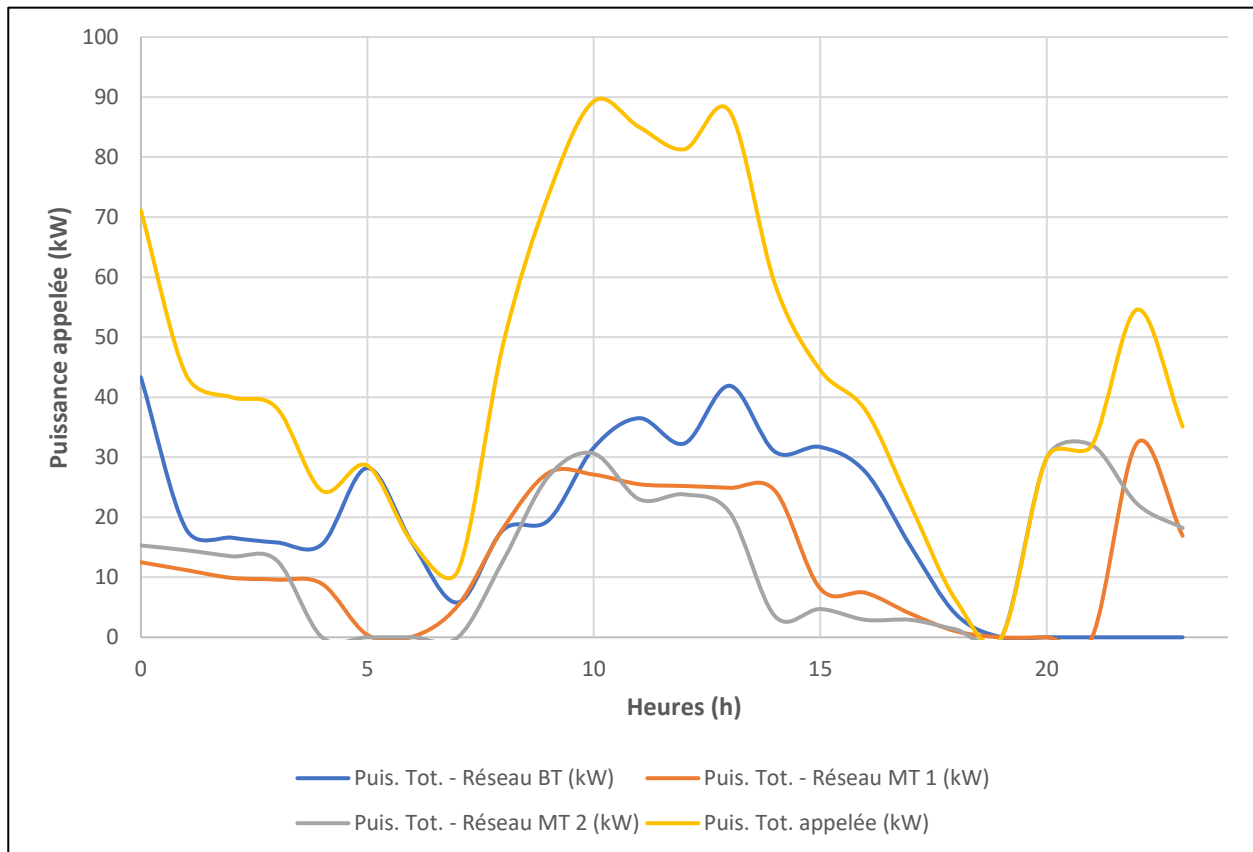
2- Demande énergétique – Profil de charge

Définir les profils de charge pour les ménages et infrastructures

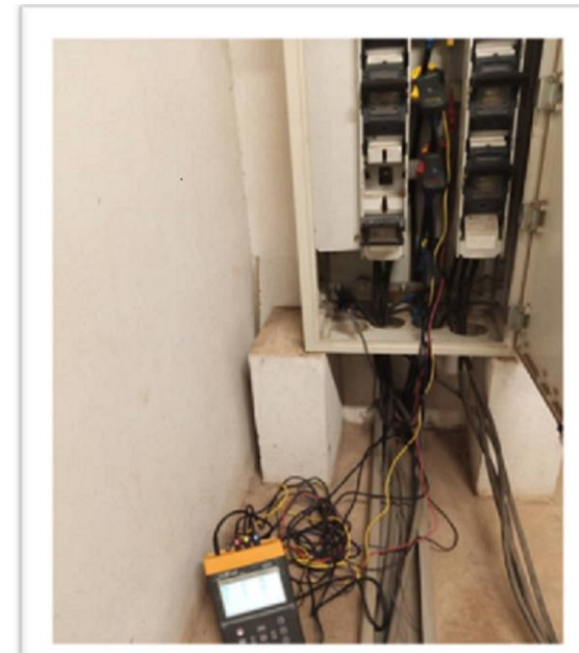
Exemple de profils de charge : ménages -- infrastructures

Données mesurées

Outils



Pose d'enregistreur - analyseur

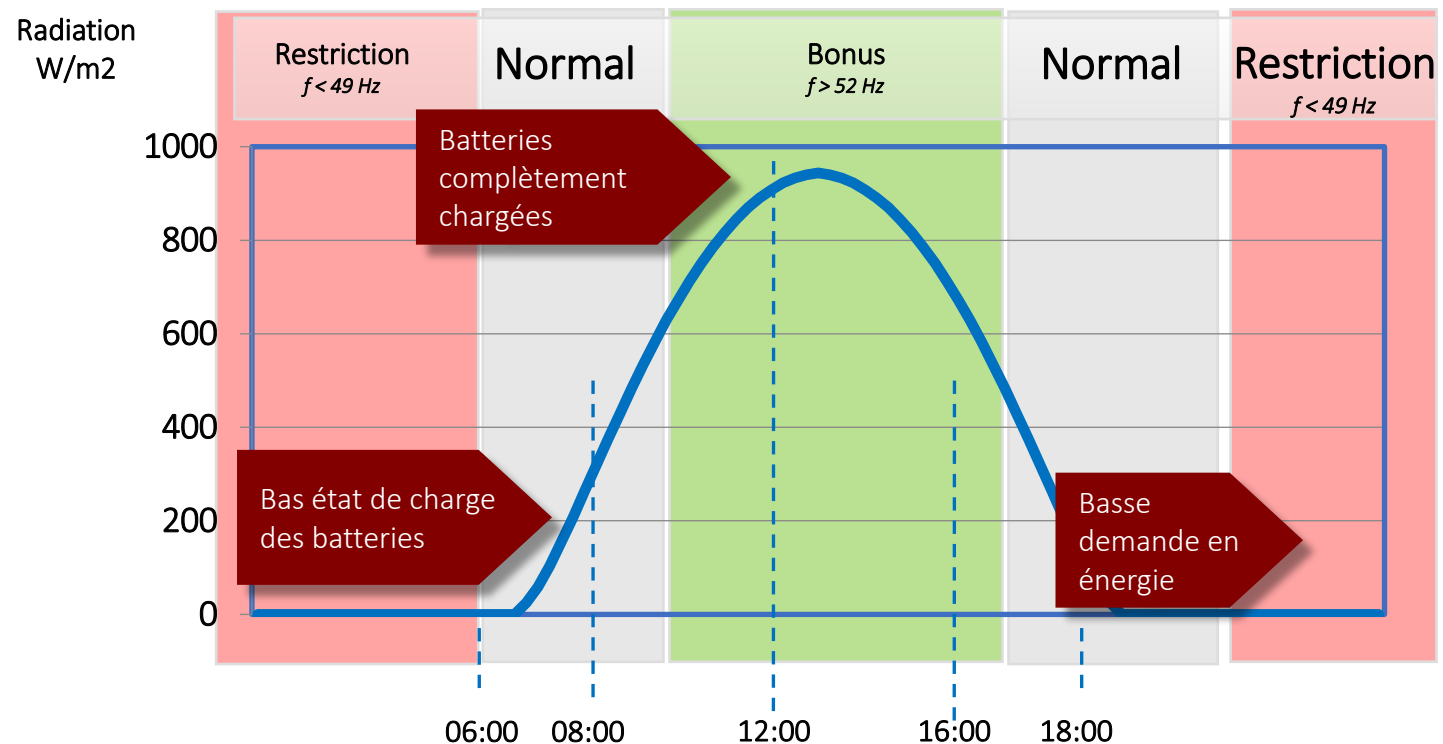


II. Evaluation des besoins et optimisation des profils de charges



Optimisation du profil de charge

Donner des mesures indicatives aux usagers pour qu'ils adaptent leur demande aux temps de production d'énergie

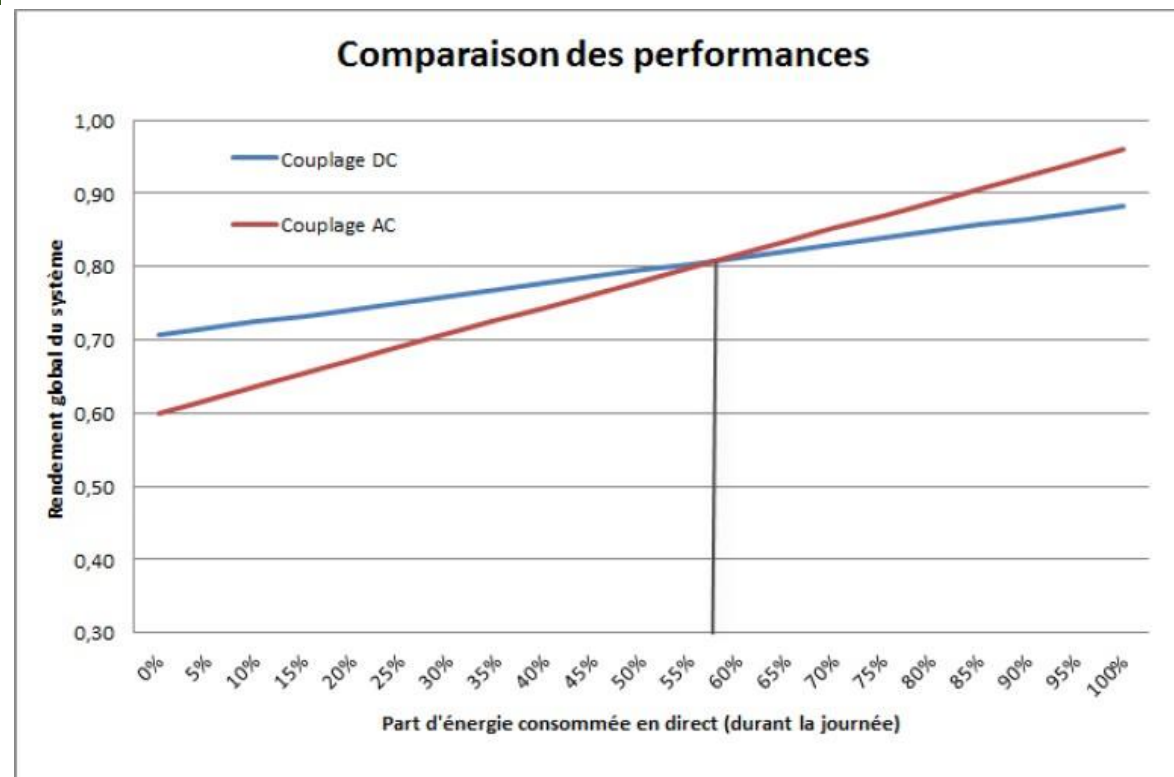


II. Méthodes de dimensionnement

ETAPES DU PREDIMENSIONNEMENT

Choix du système fonction de l'utilisation diurne

- ❑ Le rendement de la chaîne énergétique est plus élevé en couplage AC pour une forte utilisation diurne;
- ❑ La configuration DC est plus rentable pour de faibles puissances (jusqu'à 10 kWc);
- ❑ La configuration AC/DC peut offrir le meilleur compromis si profil de charge incertain



Cherchez à connaître le rendement global de la chaîne énergétique pour une décision plus éclairée !

II. Méthodes de dimensionnement

Dimensionnement des systèmes à couplage DC/AC

1- Dimensionnement du champ PV.

Connaissant la contribution énergétique solaire, CES (part d'énergie en provenance du PV affectée des différentes pertes par rapport à l'énergie totale consommée). L'énergie totale à produire par le champ PV est donnée par :

$$E_{PV} = \frac{CES \times E_{ut}}{[x + (1 - x) \times \eta_{bat}] \cdot \eta_g}$$

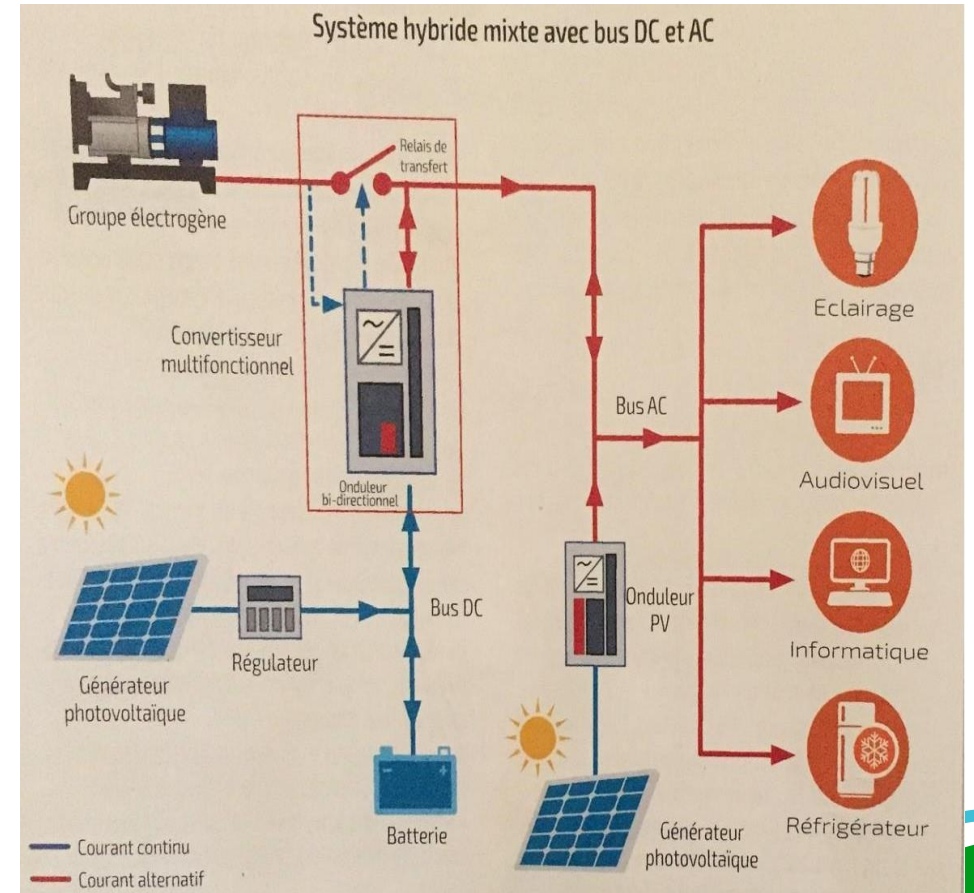
Où x est la part de l'énergie solaire alimentant directement les utilisations.

$$P_c = \frac{E_{PV}}{PR \times E_s} \text{ (à répartir sur les contrôleurs et les onduleurs PV)}$$

PR ratio de performance et E_s irradiation journalière

η_g rendement global chaîne énergétique pour utilisation directe

E_{ut} : Energie journalière utile

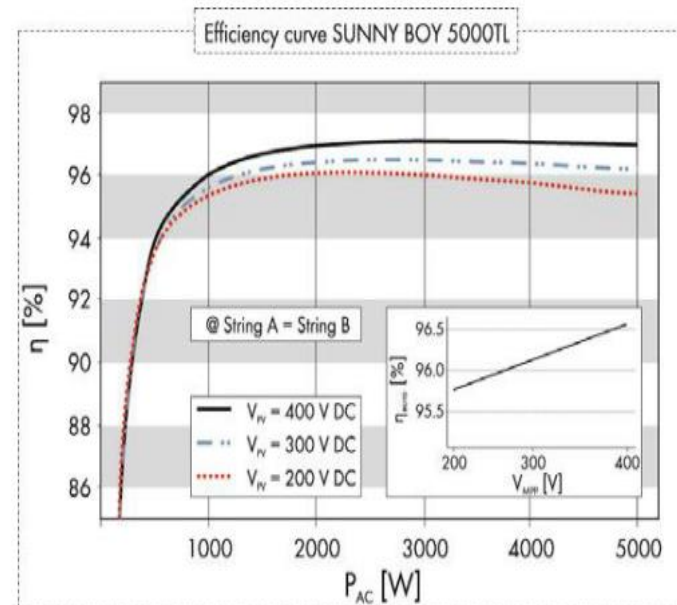


II. Méthodes de dimensionnement

Dimensionnement des systèmes à couplage DC/AC

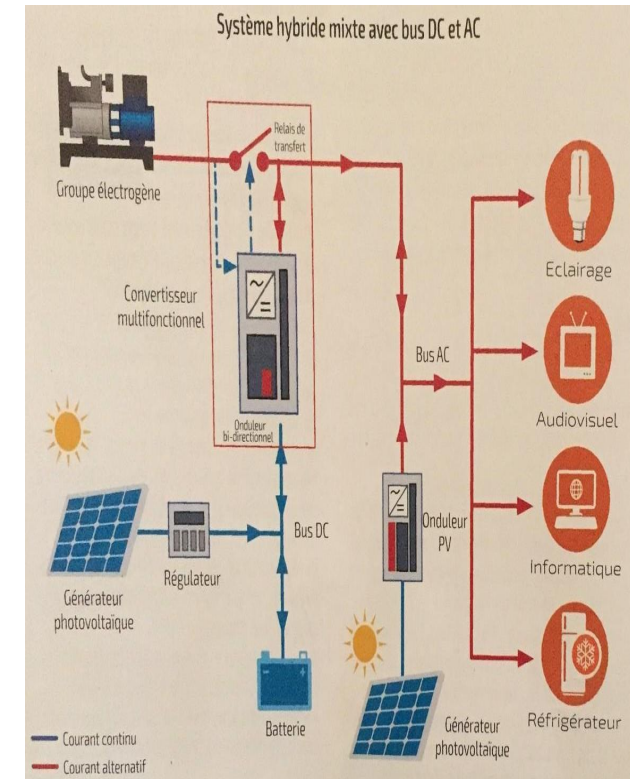
2- Dimensionnement de l'onduleur PV et configuration champ PV

- Mauvais rendement à charge partielle
- Mauvais rendement en surcharge
- Puissance onduleur sous-estimée = fonctionnement en surcharge. **Risque de détérioration**
- Puissance onduleur surestimée = fonctionnement en charge partielle



$$\text{Ratio} = \frac{\text{Puissance nominale onduleur AC}}{\text{Puissance générateur PV}}$$

Ce ratio doit être entre 90% à 110%.



II. Méthodes de dimensionnement



Dimensionnement des systèmes à couplage DC/AC

2- Dimensionnement de l'onduleur PV et configuration champ PV

Calcul des nombres mini et maxi de modules dans chaque string

La configuration du champ solaire PV dépend du module photovoltaïque choisi et des caractéristiques de l'onduleur.

le nombre de modules en série est donné par :

$$\frac{V_{\text{min MPP onduleur}}}{V_{\text{min}_{\text{mod}}}} \times 1,1 < NS < \frac{V_{\text{max MPP onduleur}}}{V_{\text{max}_{\text{mod}}}} \times 0,95,$$

1,1 et 0,95 sont des coefficients de sécurité (1,1 intègre par exemple la chute de tension dans les câbles DC, la température)

II. Méthodes de dimensionnement

Dimensionnement des systèmes à couplage DC/AC

2- Dimensionnement de l'onduleur PV et configuration champ PV

Calcul du nombre maxi rangées parallèles de modules à connecter à chaque entrée de l'onduleur :

Le fabricant spécifie dans la fiche technique le courant maximal admissible par entrée :

$$N_p < \frac{I_{max\ onduleur}}{I_{cc\ module}}$$

Calcul du nombre max de modules PV

Le fabricant spécifie dans la fiche technique, la puissance crête maximale admissible par entrée :

$$N_{mod} < \frac{P_{c,max\ onduleur}}{P_{c\ module}}$$

Table 9.2 SMA Sunny Boy 3000 technical data

Technical data	Sunny Boy 3000
Max input current/per string	12A/12A
Number of MPP trackers/strings per MPP tracker	1/3
Max output current	15A

Source: SMA Solar Technology AG



Modèle	STP 15000TL-10
Tension d'entrée (MPP range)	360 - 800 V
Tension en circuit ouvert	1000 V
Courant d'entrée max. (par entrée/MPPT)	33 A / 11 A
Tracker MPP	2 pc.
Puissance nominale d'injection	15000 W
Puissance CC max.	15300 W
Tension de sortie	160 - 280 v, triphasé
Facteur de puissance cos phi	1
Fréquence réseau	50 Hz ±5 Hz
Rendement max.	98.2 %
Rendement européen	97.7 %
Auto-consommation de nuit	< 1 W
Température ambiante	-25 à +60 °C
Humidité	0 à 98 %, sans condensation
Evacuation de la chaleur	Ventilateur OptiCool
Type de protection	IP65

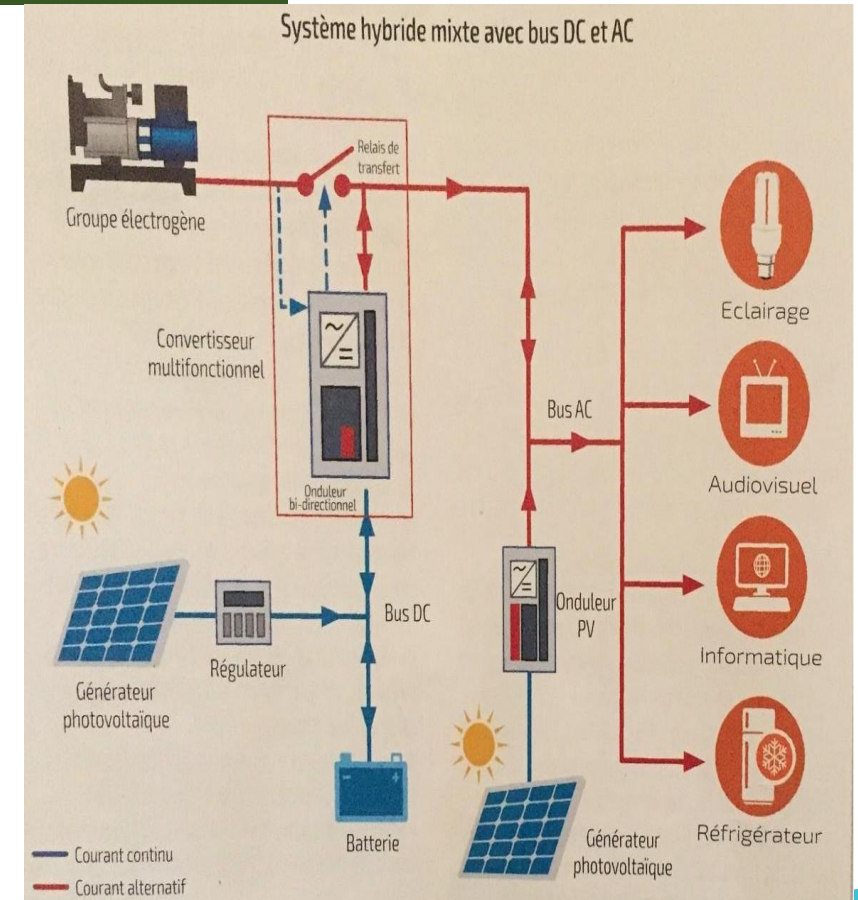
II. Méthodes de dimensionnement

Dimensionnement des systèmes à couplage DC/AC

3- Dimensionnement de l'onduleur chargeur

- La puissance PV maximale doit être égale ou inférieure à la puissance nominale de l'onduleur/chargeur.
- **C'est la fameuse règle du facteur 1 !**

$$P_{\text{onduleur chargeur}} \geq P_{\text{champ PV}} \quad (\text{REGLE 1})$$



II. Méthodes de dimensionnement

Dimensionnement des systèmes à couplage DC/AC



3- Dimensionnement de l'onduleur chargeur

(REGLE 2)

Le choix de l'onduleur chargeur est dicté aussi par la puissance totale des charges/équipements électriques à alimenter.

La puissance totale des charges (PT) à alimenter doit être inférieure ou égale à la puissance de l'onduleur- chargeur (Pond) si l'ensemble des charges fonctionnent simultanément.

Toutefois si la simultanéité de l'ensemble des charges n'est pas avérée, il convient de choisir un coefficient de simultanéité (Cs) qui correspond mieux au fonctionnement des charges à alimenter. Ce coefficient varie souvent entre 0,6 et 0,9 selon les cas.

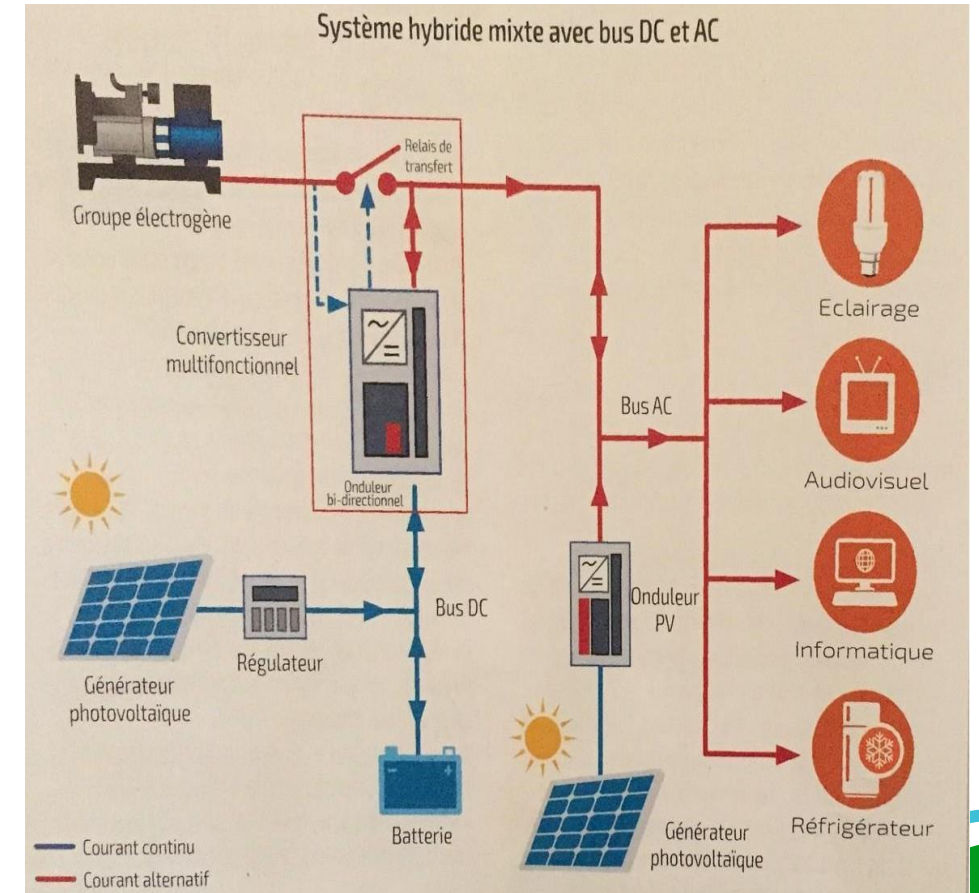
La puissance de l'onduleur est dans ce cas le produit du coefficient de simultanéité (Cs) et de la puissance totale des équipements électriques ($P_{ond} = C_s * P_T$).

II. Méthodes de dimensionnement

Dimensionnement des systèmes PV/diesel à bus DC on line

4. Dimensionnement des contrôleurs de charge

1. P_{DC} admissible $>$ P_c installée,
2. Courant en entrée admissible $>$ I_{cc} champ PV
3. V_{mp} champ inclus dans plage V_{mp} régulateur
4. U_{nom} régulateur = U_{nom} parc batteries,



II. Méthodes de dimensionnement

Dimensionnement des systèmes PV/diesel à bus AC

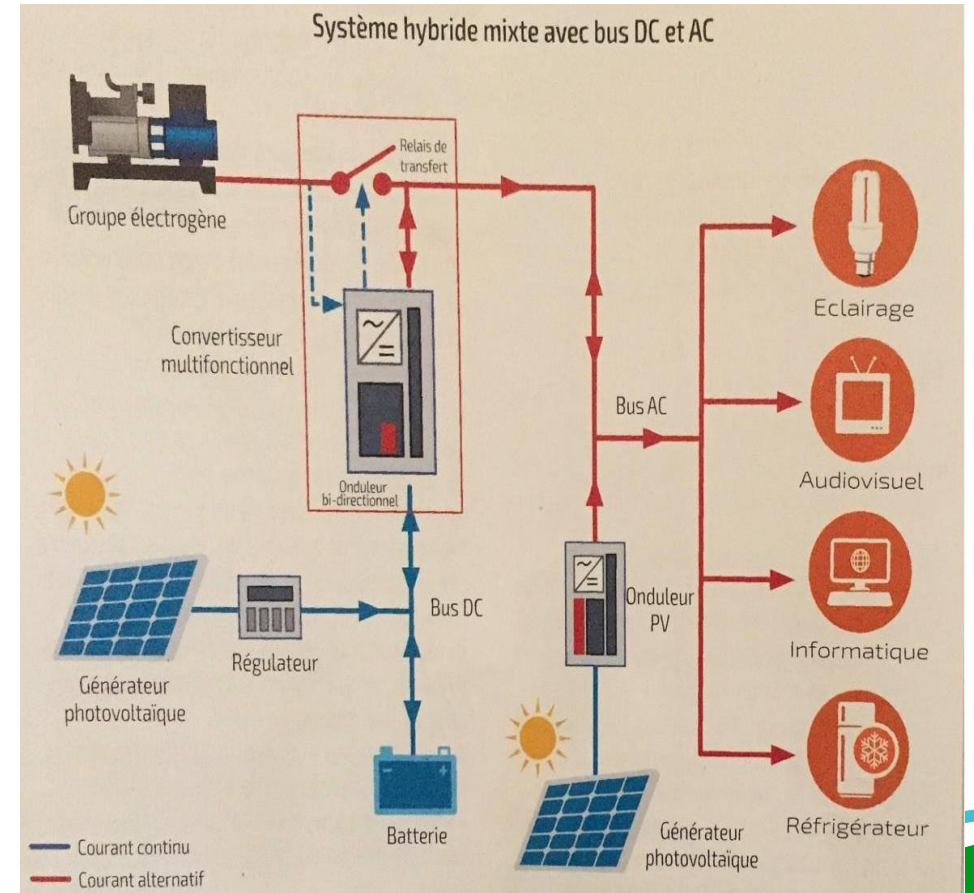
5- Evaluation de l'énergie utile et dimensionnement de la batterie (GD en mode appoint ou secours)

$$C_{bat}(Ah) = E_{ut} \times \frac{N_i}{U_{bat} \times DOD \times \eta_{bat} \times \eta_{ond}}$$

N_i Nombre de jours d'autonomie souhaitée

E_{ut} Besoin énergétique journalier

DOD Profondeur de décharge de la batterie



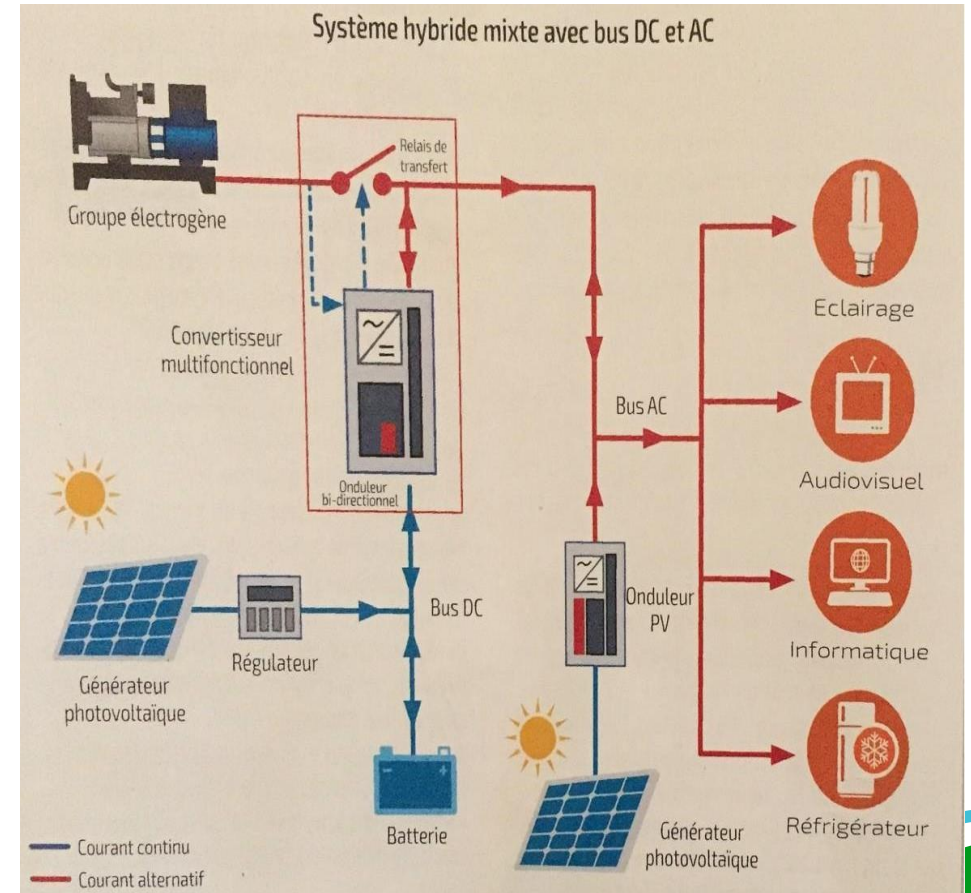
II. Méthodes de dimensionnement

Dimensionnement des systèmes PV/diesel à bus AC

6- Dimensionnement du groupe diesel. La puissance apparente du groupe électrogène est donnée par

$$S_{GD} (kVA) = \frac{P_{charge_{max}}}{TC \times f_p}$$

- TC est le facteur ou taux de charge
- f_p est le facteur de puissance (0,8)



II. Méthodes de dimensionnement



7-Dimensionnement des câbles du réseau de distribution BT

Objectif : assurer la distribution de l'énergie produite avec le minimum de pertes possible par effet joule.

- ❑ Lorsqu'un circuit est traversé par un courant de service (**I_b**), il y a chute de tension entre sa **source** et le **récepteur**.
- ❑ Pour le bon fonctionnement d'un récepteur (surtout pour les lampes), il est nécessaire de vérifier et de limiter la **chute de tension (Δu)**.
- ❑ La norme **NF C15-100** impose que la chute de tension entre l'origine de l'installation BT et tout point d'utilisation n'excède pas les valeurs du tableau ci-dessous.

Type A– Installations alimentées directement par un branchement à basse tension, à partir d'un réseau de distribution publique à basse tension.

Type B–Installations alimentées par un poste de livraison ou par un poste de transformation à partir d'une installation à haute tension

NF C15-100

Eclairage	Autres usages
3 %	5 %
6 %	8 %

$$\Delta U\% = \frac{\Delta U}{U} \times 100$$

II. Méthodes de dimensionnement

7-Dimensionnement des câbles du réseau de distribution BT

- ❑ Dans un circuit monophasé $b = 2$ et V_0 tension entre phase et neutre;
- ❑ Dans un circuit triphasé $b = \sqrt{3}$ et V_0 représente la tension nominale entre deux phases (380 à 400 V)

$$\Delta U = 2. \left(\left(\rho \cdot \frac{L}{S} \right) \times \cos(\varphi) + \lambda \cdot L \times \sin(\varphi) \right) \times I_b$$

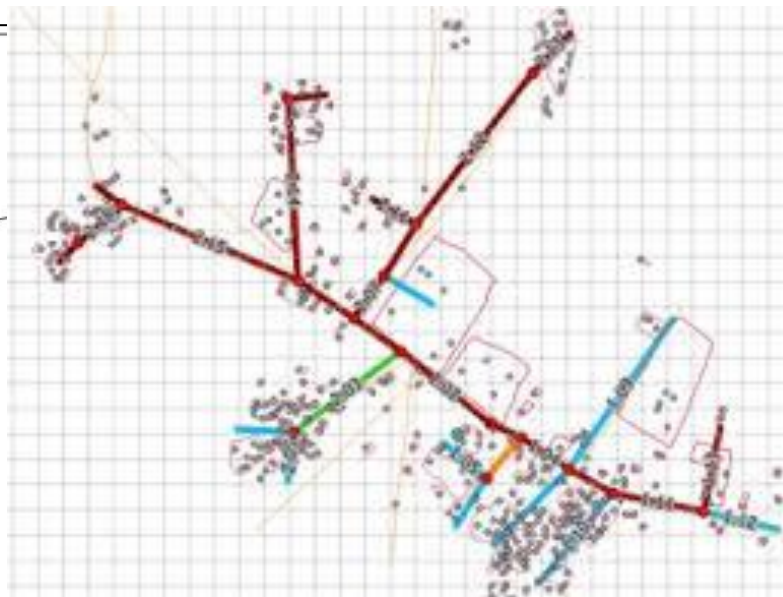
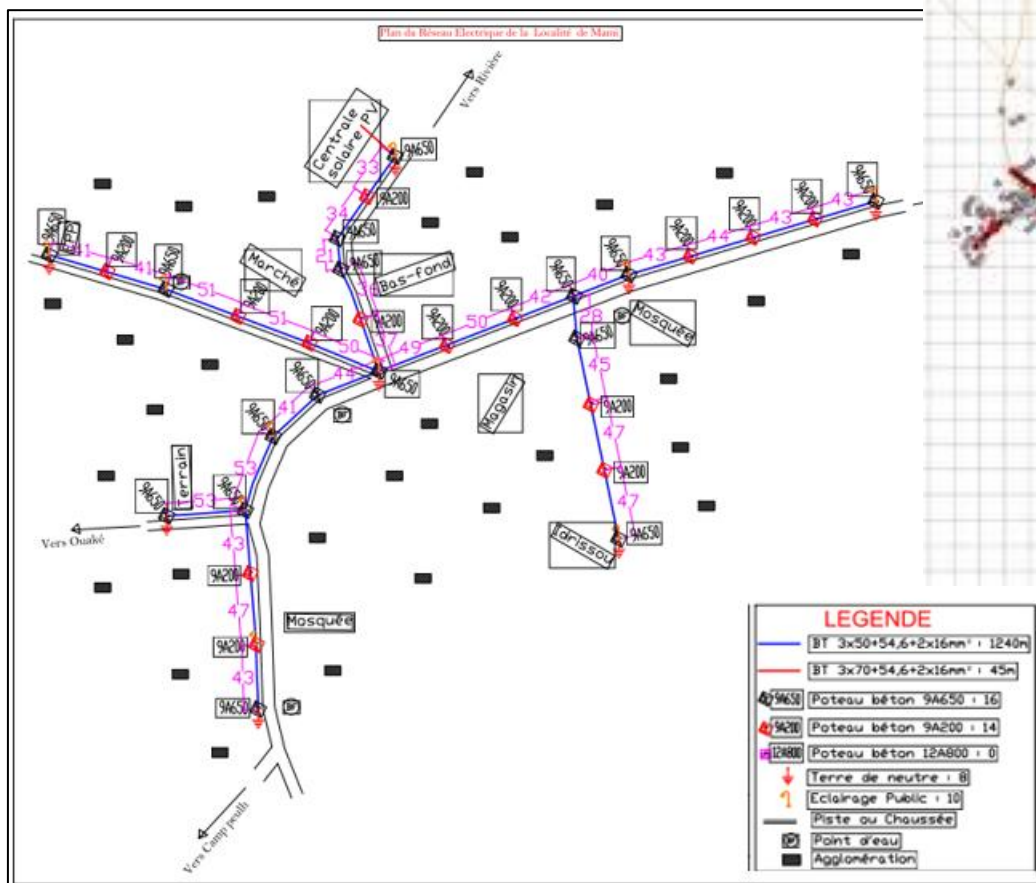
ρ	La résistivité électrique du conducteur [$\Omega \cdot m$]
λ	La réactance linéique du conducteur [Ω/m]
L	La longueur des conducteurs [m]
S	La section des conducteurs [m^2] Notons que les sections sont données en mm^2 par les constructeurs
φ	Déphasage d'une tension par rapport au courant de ligne
I_b	Le courant d'emploi

$$\Delta U\% = \frac{\Delta U}{V_0} \times 100$$

II. Méthodes de dimensionnement



Dimensionnement des câbles du réseau de distribution BT



- ❑ Collecte de données (GPS, plan, profil en long)
- ❑ Calculs mécaniques
- ❑ Calculs Electriques
- ❑ Logiciels (Caneco, Camelia, Giselec, etc.)

Merci pour votre attention



PROJET LEOPARD

RENFORCEMENT DE CAPACITÉS DES
ACTEURS DU SECTEUR DES ÉNERGIES

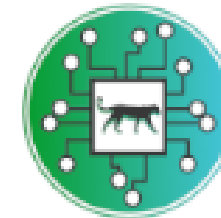
Mise en œuvre des
Installations Mini-grids

30 AVRIL 2024



LEAP-RE

Long-Term Joint EU-AU Research
and Innovation Partnership on Renewable Energy



LEOPARD



The LEAP-RE project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement 963530.

-1 Approvisionnement

Modèles d'approvisionnement

- Contrats EPC
- Approvisionnement en Équipements
- Transport et Stockage
- Taxes, douane, et droits

3. Mise en service

- Préparation de la Mise en service général
- Tests de mise en service
- Livraison du projet

2. Installation

- Activités d'Installation
- Permis et Licences
- Préparation du chantier
- Installation du système
- Meilleures pratiques
- Normes & réglementations
- Autres considérations importantes
- Sécurité, santé & environnement

Les étapes de la mise en œuvre des installation MREP



- L'approvisionnement, l'installation et la mise en service sont généralement régis par les lois, réglementations et normes nationales et/ou internationales, l'approvisionnement étant parfois réglementé par les préférences des investisseurs.
- Le rôle le plus critique pour les développeurs dans la phase de mise en œuvre est l'assurance qualité. Cela garantit que les objectifs du projet sont atteints.
- Les développeurs peuvent entreprendre ces activités par eux-mêmes ou peuvent les sous-traiter. En cas d'externalisation, ils doivent conserver la supervision et la gestion du processus.

L'approvisionnement est le processus d'achat d'équipements et de services techniques auprès d'une source externe.

L'installation est le processus de construction d'un mini-réseau, avec les matériaux et services achetés.

La mise en service est le processus de test d'un système de mini-réseau pour vérifier qu'il fonctionne conformément à la conception et aux spécifications.

Il existe 2 modèles d'approvisionnement que les développeurs peuvent utiliser :

- ***Appels d'offres pour les composants individuels du mini-réseau.***
Le développeur installe et met ensuite en service le système lui-même.
- ***Appels d'offres pour une solution clé en main*** où l'entrepreneur en ingénierie, approvisionnement et fait la construction (EPC) livre un projet entièrement opérationnel.

- L'entrepreneur s'engage, par le biais d'un contrat, à livrer l'installation achevée, conforme aux **spécifications garanties**, à un **prix garanti** et à une **date garantie**.
- Plus cher, mais **transfère les risques** et les **coûts** d'embauche du personnel d'installation et de gestion sur site à l'entrepreneur.

Liste de contrôle des contrats EPC:

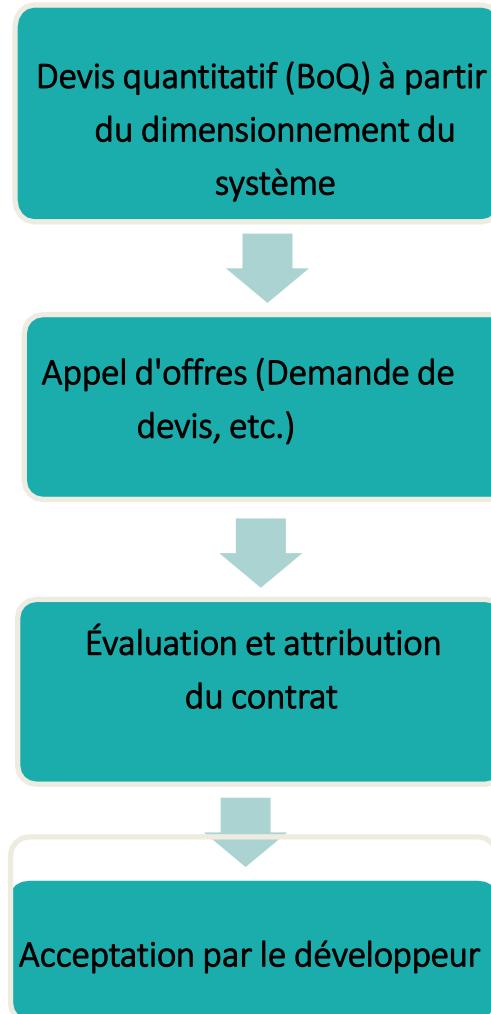
- ✓ Étendue des travaux
- ✓ Calendrier des jalons de paiement
- ✓ Fourniture de la période de garantie des défauts
- ✓ Accords de tests de performance
- ✓ Disposition pour obtenir des dommages-intérêts
- ✓ Contrôles de contrôle qualité

Approvisionnement en équipement



- L'équipement peut provenir de fournisseurs **locaux** ou **internationaux** en fonction des finances et de la disponibilité de l'équipement.
- **Engagez les fournisseurs locaux** lorsque cela est possible pour les composants de l'équilibre des systèmes*, pour une flexibilité d'installation et des coûts réduits.
- Assurez-vous que les fournisseurs d'équipements peuvent entretenir les garanties et avoir des certifications de qualité d'organismes reconnus.

* Les composants d'équilibre du système pour les mini-réseaux solaires sont tous des composants autres que les panneaux solaires



Transport et livraison

- Embaucher des entreprises de logistique spécialisées pour organiser le transport international des équipements Et le dédouanement.
- Les problèmes d'accessibilité du site, en particulier pendant les saisons humides, doivent être pris en compte lors de la planification de la livraison de l'équipement sur le site.
- Les bons de livraison, la vérification et les contrôles de qualité doivent être effectués à toutes les étapes du processus logistique. Chaque contrôle doit être documenté correctement.

Stockage

- Utilisez un lieu de stockage sécurisé à proximité ou sur le site. Un entrepôt central peut être envisagé lors de la construction de plusieurs mini-réseaux.
- Un inventaire de stockage doit être tenu par le responsable du site.
- L'installation de l'équipement commence normalement immédiatement après la livraison afin de minimiser le temps et les coûts de stockage.

Assurance

- L'assurance des marchandises pendant le transit est importante.
- La plupart des entreprises de logistique proposent des tarifs incluant l'assurance. L'assurance peut être prolongée après l'installation

- Vérifiez à l'avance si des droits et taxes à l'importation sont applicables pour des équipements de mini-réseau spécifiques. Ces tarifs peuvent changer et varier selon le pays.
- Les mini-réseaux peuvent bénéficier d'exonérations de droits et taxes à l'importation notamment pour les équipements solaires. Cependant, ces exonérations doivent généralement être obtenues avant que l'équipement ne passe la douane.
- Assurez-vous que les devis des fournisseurs incluent tous les coûts pertinents.

Préparation du chantier

Préparer le site avant l'installation

- Clôture de chantier et construction de bureaux
- Fourniture d'eau et d'électricité pour l'utilisation
- Préparer les voies d'accès nécessaires (par exemple, les routes)
- Travaux de génie civil pour préparer le terrain à la construction
- Établir des systèmes de sécurité – caméras de vidéosurveillance, agents de sécurité, etc.
- Planification de la logistique d'installation pour la durée de l'installation
- Mesures de sécurité- sécurité -Environnementale
- Réunion de lancement avec toutes les parties prenantes sur place
- Préparation des outils et équipements d'installation

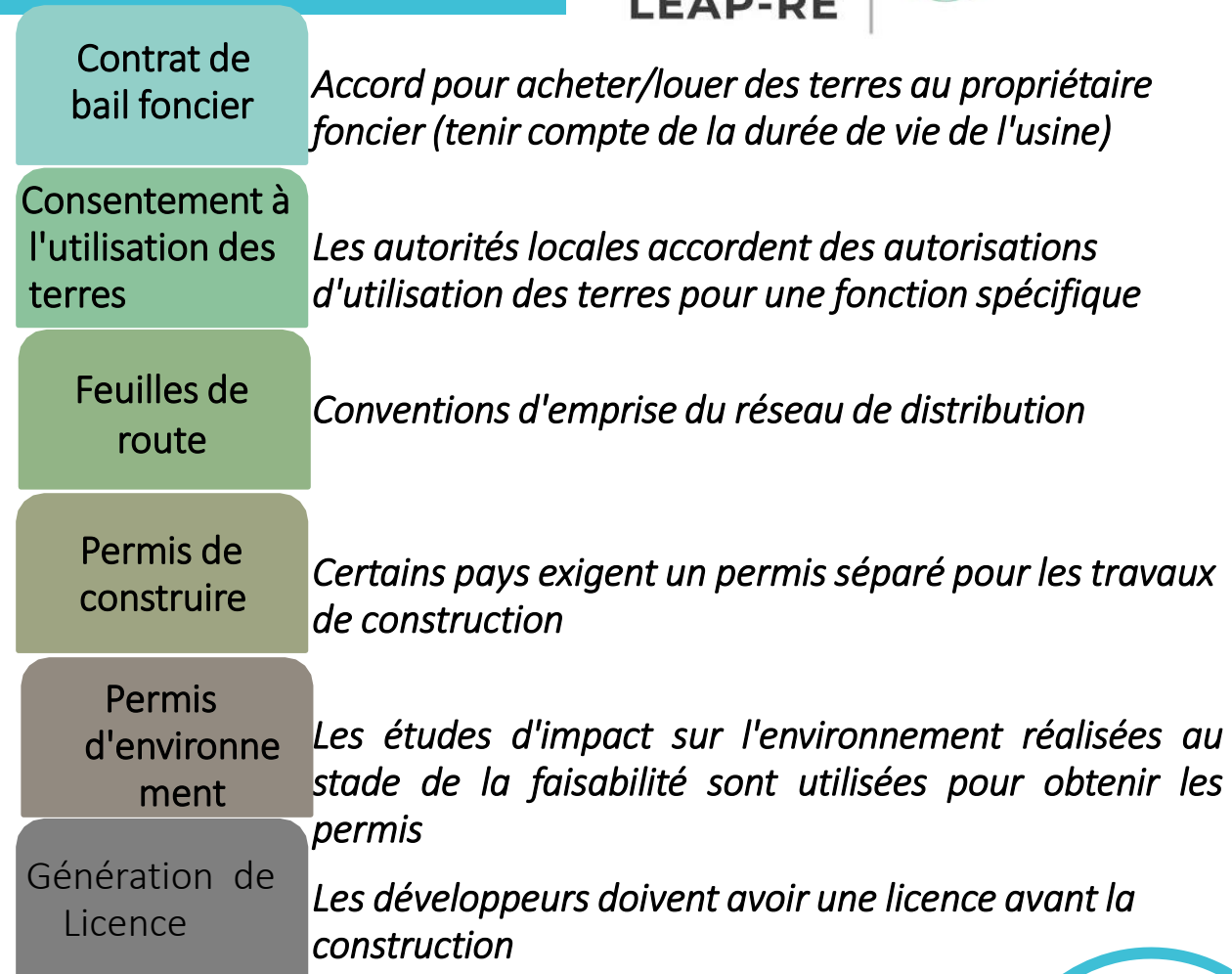
Les activités de préparation environnementale post-installation doivent également être envisagées à ce stade



Permis et licences



- Les procédures d'autorisation et d'octroi de licences varient en fonction de l'emplacement et de la taille de l'usine.
- Des permis sont exigés au niveau national et local dans la plupart des pays.
- Les permis et licences types sont indiqués dans le diagramme de droite.



L'installation comprend les trois activités suivantes.
Le développeur doit les diriger même s'il fait appel à un entrepreneur pour l'installation.

Planification et ordonnancement

- Développer S.M.A.R.T. calendriers d'installation que l'entrepreneur suivra.
- La mise à jour constante du calendrier aide à gérer les attentes et le contrôle.

Gestion des interfaces

- Mise à disposition et gestion de toutes les ressources nécessaires du site.
- Supervision des travaux
- Gérer les relations avec l'administration, la communauté, les fournisseurs de services et de matériel et les autres parties prenantes.

Gestion de la qualité

- Élaborer et mettre en œuvre un plan de tests et de vérifications.
- Gestion de la fonction assurance qualité.

Activités d'installation



Avant toute chose il est nécessaire d'explorer un peu les bonnes manières de faire.

Conception de plan

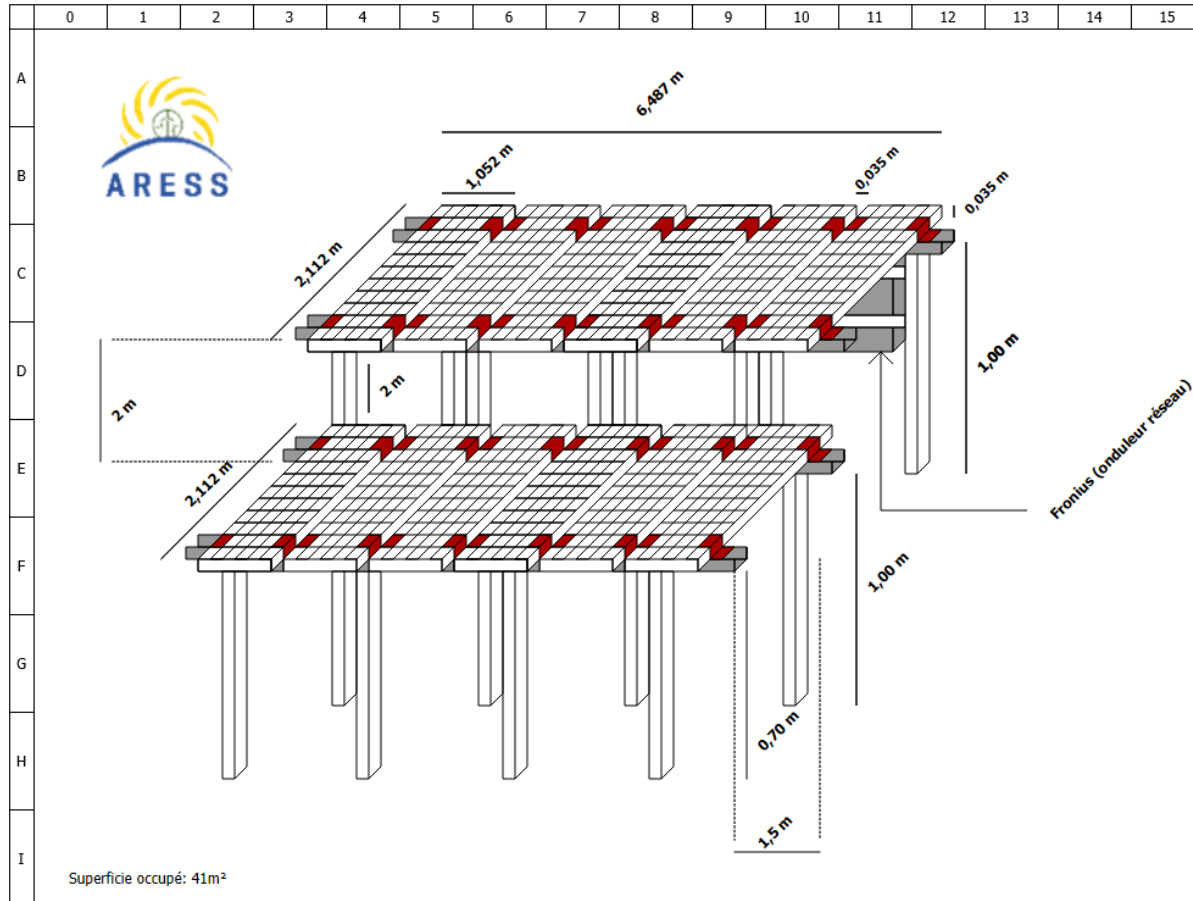
Pour la conception du plan de pose, il sera nécessaire d'utiliser des outils de conception de plan tel que Auto CAD, sketch up, Qelectrotech etc.

Vous aurez besoin des dimensions d'équipements (onduleurs chargeur, onduleurs réseau, contrôleurs de charges, batteries etc...) a installé suivant le devis préalablement validé afin de faire un plan réussi respectant toutes les normes réelles de réalisation.

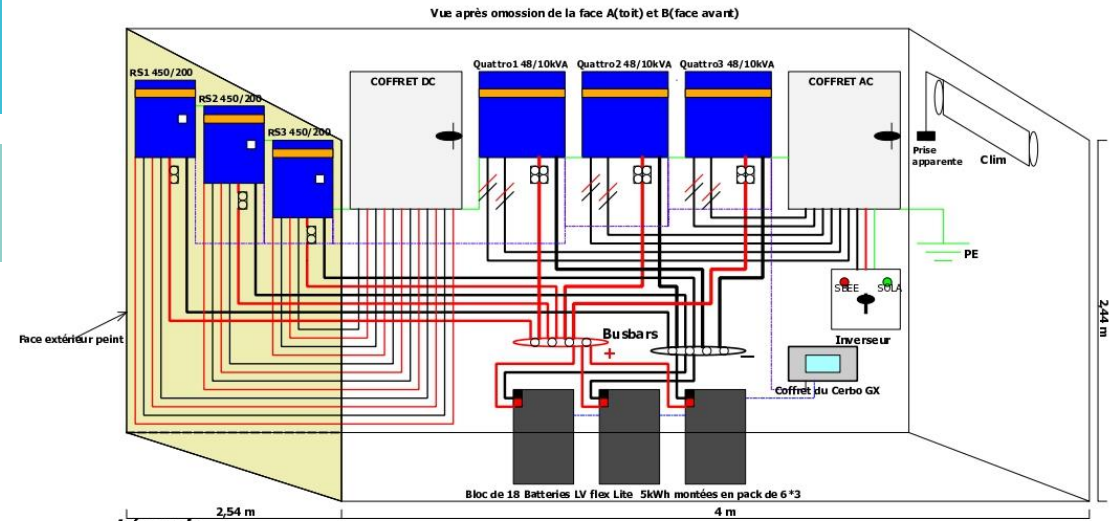
Vous devriez prendre en compte tout le nécessaire possible afin que l'équipe de réalisation ne se retrouve pas en difficultés. Ainsi l'image suivant est un exemple de plan réalisé dans Qelectrotech.

Installation du système

Conception de plan

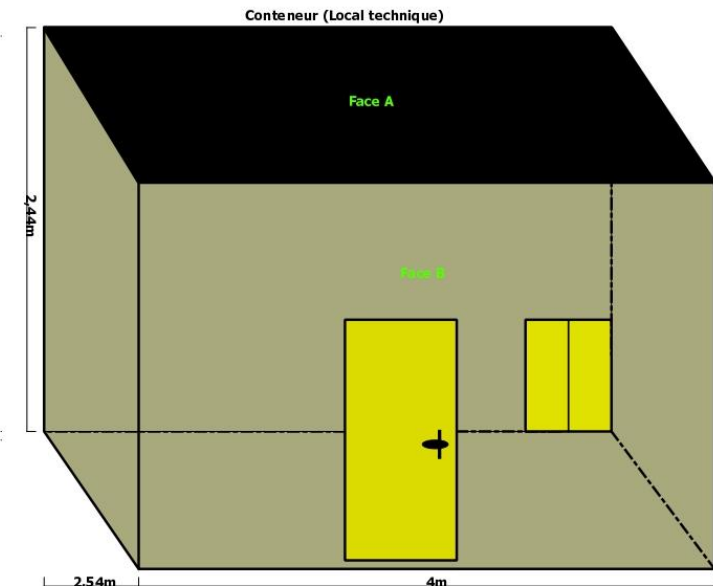


Auteur : GUEKPON Gildas	Plan de pose 12 panneaux photovoltaïque	Fichier :
Date : 17/04/2024		Folio : 1/1



Légende

- Symbole de deux conducteurs dans le câble (Phase et Neutre)
- Busbars
- Câble de communication RJ45
- PE
- Megafuse 250/58
- (Megafuse 200/58) * 2
- Prise apparente
- Toit
- Face A**
- Face B** Face avant ou se trouve la porte et la fenêtre du local



Auteur : ARESS SAS	Plan de pose (Cabine technique CORIS Bank)	Fichier : 2
Date : 24/04/2024		Folio : 1/1

Installation du système



Mise en place Avant installation

Quelques étapes sont nécessaires avant de passer à notre installation proprement dites. Ils sont entre autres:

- Convoyer et entreposer tous le matériel nécessaire dans le magasin du site en toute sécurité
- Vérifier si la cabine technique est conçue en respectant les dimensions prévues
- Vérifier si les supports de pose de panneaux ont été bien réalisés avec les bonnes dimensions
- Préparer l'équipe d'installation avec un superviseur (chef d'équipe)
- Mettre à leur disposition les outils nécessaires
- Mettre à disposition de l'équipe le plan de pose et cahier de charge
- Prévoir et mettre à disposition un budget financier
- S'assurer de l'état des équipements avant leur déploiement par des tests
- Planifier le déploiement des équipements vers le lieu d'installation (par exemple les panneaux solaires vers le leur support de pose et les onduleurs chargeurs et contrôleurs de charge vers la salle technique)

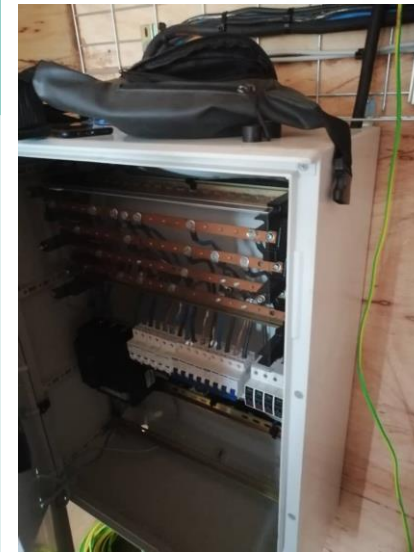
Installation du système



Réalisation de l'installation

Pour une bonne exécution du plan, il faut:

- Faire le piquetage pour la mise en place de la structure porteuse comme sur le plan
- Effectuer le cadrage du local technique en suivant le plan de pose
- Poser les onduleurs chargeurs, contrôleurs de charge et batterie dans le local technique tel que sur le plan en respectant au maximum les mesures (photos suivantes)
- Poser en suite les coffrets DC, monitoring et de puissance TGBT
- Faire les différents branchements nécessaires entre les batteries (en 12V ou 24V ou 48V) pour le banc de stockage
- Poser et brancher les câbles DC onduleurs-jeu de barre, contrôleur de charge MPPT-jeu de barre et batterie-jeu de barre
- Réaliser les différents branchements de panneaux solaires dans le champ photovoltaïque
- Tirer et brancher les câbles DC du champ photovoltaïque au coffret DC
- Tirer et brancher les contrôleurs de charge au coffret DC
- Tirer et brancher les câbles de puissance AC au coffret TGBT
- Tirer et brancher le ou les câble (s) d'alimentation des charges au coffret TBGT
- Pose et branchement de l'arrêt d'urgence
- Réalisation de la terre et raccordement à tous les carcasses métalliques et équipements installés ainsi qu'au champ solaire
- Tirer et brancher les câbles du groupe électrogène



Installation du système

Réalisation de l'installation



Installation du système



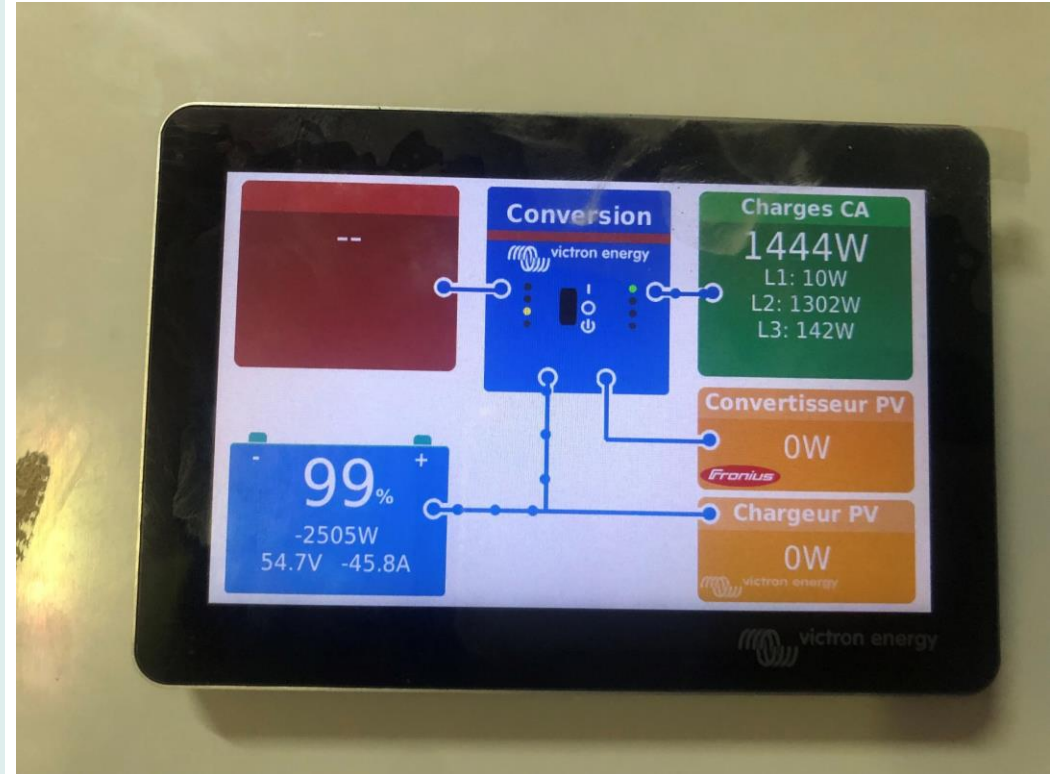
Configuration et test de continuité

Le plus important à cette étape de faire des tests de continuité afin de vous assurer du bon branchement et fonctionnement de chaque équipement. En cas de continuité non conforme il faudra corriger avant de passer au premier test de mise en service. Cette tâche doit être effectuée avec l'équipe de contrôle qualités. Une fiche est fournie pour procéder à ses vérifications.

Si tout est conforme,

Elaborer une procédure rigoureuse de mise en marche et d'extinction de la mini-centrale. Cette procédure doit suivre les étapes suivantes: Batteries – Onduleur – Régulateur – Champ PV

- Mettre en marche le pacte de batteries et réaliser les différentes configurations
- Mettre en marche les onduleurs et les configurer
- Mettre en marche les régulateurs et les configurer
- Allumer le ou les onduleurs réseaux faire une mise à jour de leur version logiciel puis configurer suivant le cahier de charge
- Configurer et mettre en jour le logiciel du cerbo
- Créer le VRM pour le suivi à distance du site
- Partager les différents accès de VRM aux personnes concernées

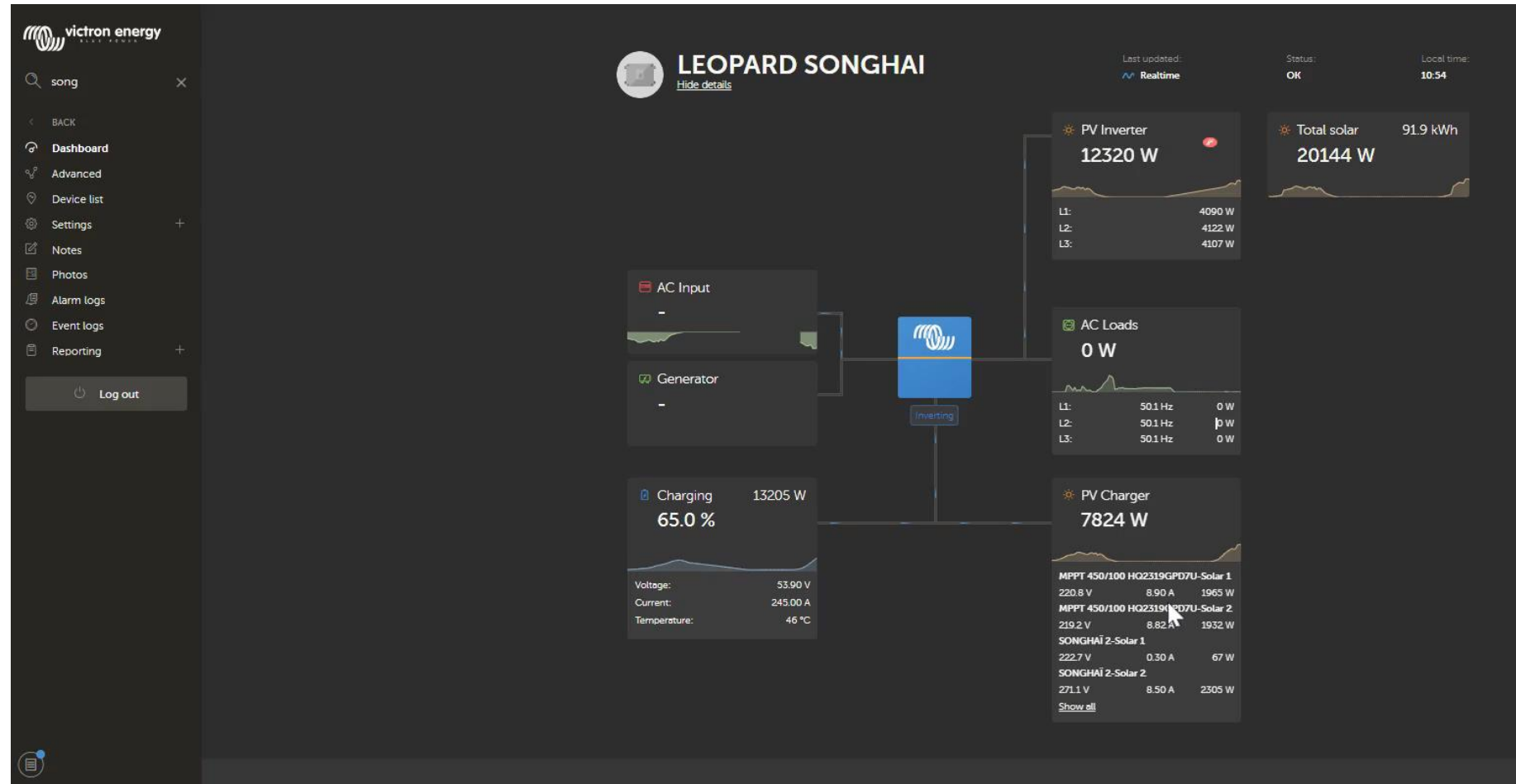


Installation du système



Système d'enregistrement de données

- Configuration des communications pour l'enregistrement des données
- Test des systèmes et plateformes de communication



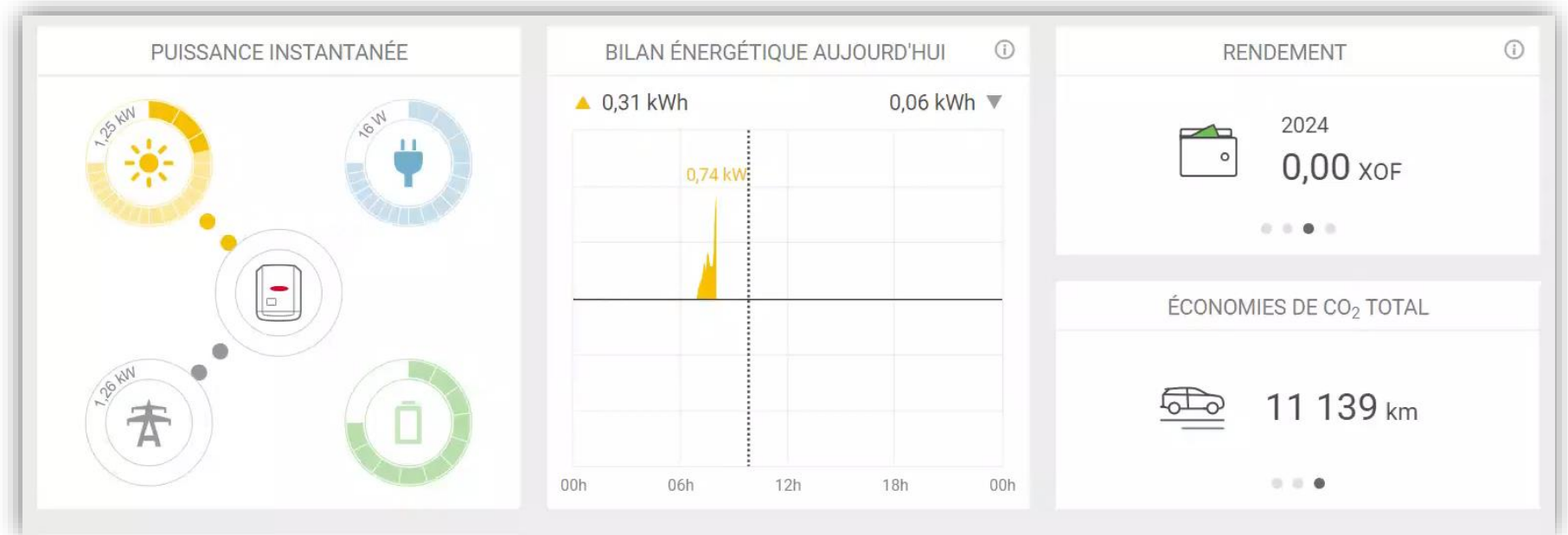
VRM Victron

Installation du système



Système d'enregistrement de données

- Configuration des communications pour l'enregistrement des données
- Test des systèmes et plateformes de communication



Solarweb fronius

Installation du système

Mise en service

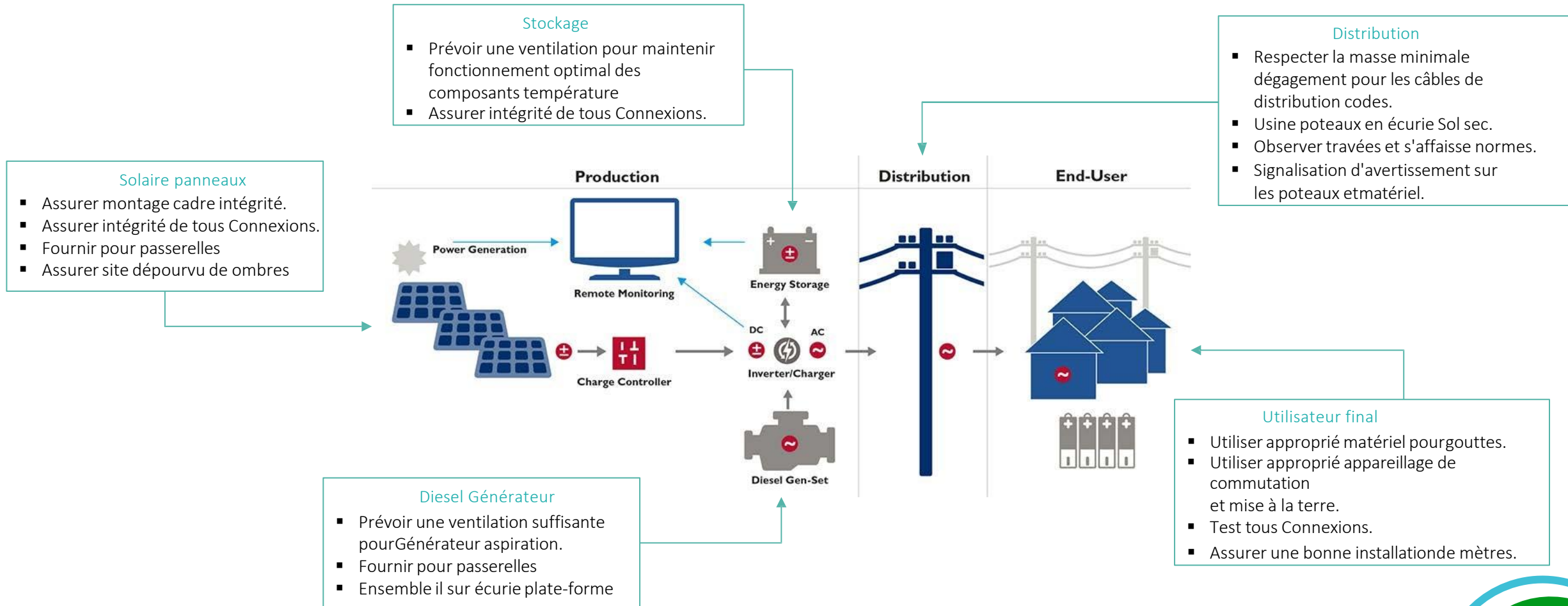
Après toutes les étapes de vérification et test de fonctionnement, nous pouvons mettre en service notre système pour vérifier le bon fonctionnement du système avec les charges nécessaires tous en remplissant les différents documents de mise en service. Dans ce cas, à l'aide d'un banc de charge, il faut vérifier les différentes réactions du système à :

- 10% de charge par rapport à la limite du système installé
 - 50% de charge par rapport à la limite du système installé
 - 90% de charge par rapport à la limite du système installé
- sur les sorties AC allant servir les charges.

Note: Pendant test, il sera important de noter la température des équipements à l'aide d'un capteur thermique.



Meilleures pratiques d'installation



Installation du système



Système de distribution

Les travaux de distribution peuvent se faire avant ou après ou pendant l'installation du système de production. Dans ce cas il faudra faire:

- Une installation souterraine/ aérienne/ hybride du réseau de distribution
- La mise en place des connexions clients
- Le Test des composants de la grille
- Installation et configuration du compteur (après mise en service)
- Configuration du système de compteur (après mise en service)
- Test de compteur (après mise en service)



- À toutes les étapes, l'installation doit être accompagnée de contrôles de qualité et de tests d'équipements et ceux-ci doivent être documentés et inclus dans le rapport final du projet.
- Un inventaire de tous les équipements et matériaux sur le site doit être tenu par le gestionnaire du site.
- Des diagrammes de conception sont utilisés pendant ce processus d'installation.
Les dessins du système conforme à l'exécution doivent être fournis après les travaux d'installation.

**Merci pour votre aimable
attention**

LEOPARD PROJECT

QUALITY CONTROL

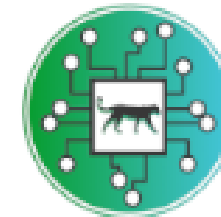
Prof Cheikh M Fadel KEBE : cmkebe@esp.sn

Prof Ababacar Ndiaye : ababacar.ndiaye@esp.sn



LEAP-RE

Long-Term Joint EU-AU Research
and Innovation Partnership on Renewable Energy



LEOPARD



The LEAP-RE project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement 963530.

Objective

Quality control mainly consists of determining the reference performance before the final commissioning of the mini grids installed as part of the LEOPARD mini-grid project.

This involves determining the specifications and performance of the various components of the installed mini-grids (PV fields, batteries, regulators, inverters, protection elements, complete system, .).

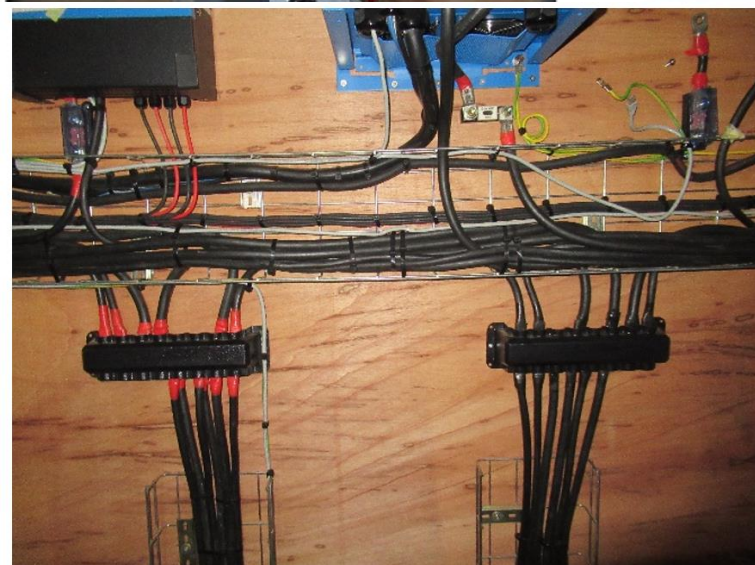
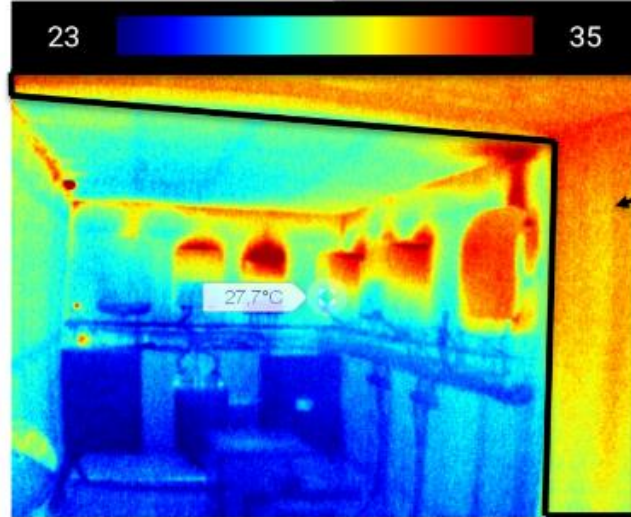
The aim is firstly to compare them with the data announced by the manufacturers and, secondly, to draw up a reference state for the various mini-grid components to enable them to be monitored and maintained throughout their lifecycle.

Methodology followed

Quality control is mainly based on tests. These tests are carried out on mini-grids by CT2S according to a well-defined procedure. These are:

- Inspection of PV array, wiring and interconnections
- Inspection of container, equipment, and enclosures
- Inspection of distribution point and protection and disconnection devices
- Cable testing: insulation and resistance tests
- Measuring field performance: determining P-V and I-V characteristics
- Measuring conversion performance: determining the efficiency of conversion equipment
- Measuring storage performance: determining energy, Coulombic, and internal resistance efficiencies
- Assessment of overall system performance (generation + injection + conversion + storage)
- Determination of system load profile

Methodology followed



Description of the main achievements

The main achievement of the control quality activities is the successful assessment of the 36 kW containerized micro-grid system installed in Porto Novo, Benin.

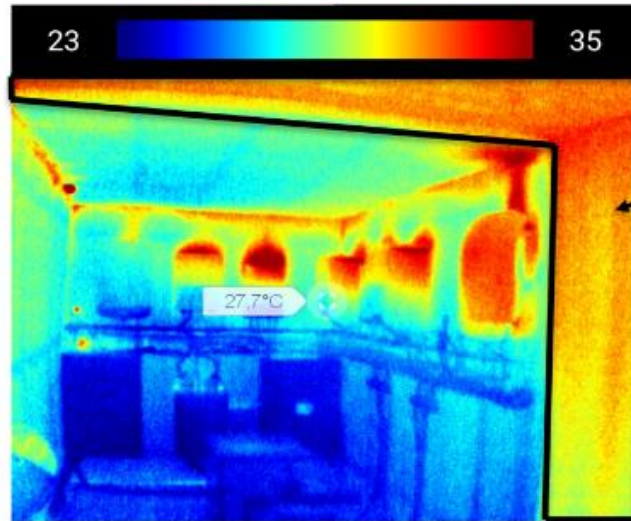
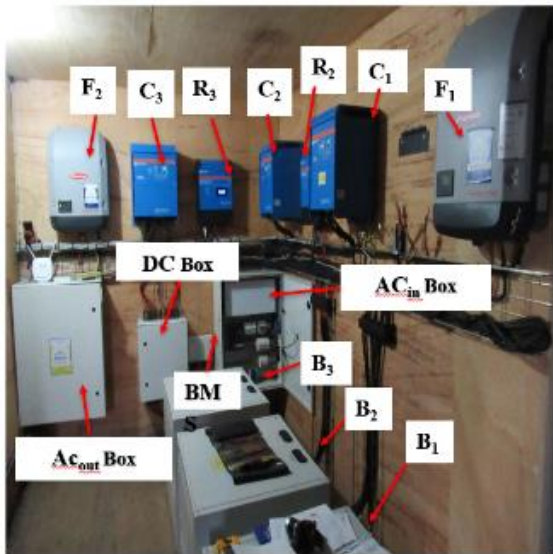
- The evaluation demonstrated that the system's components, including PV modules, inverters, charge controllers, and batteries, are generally functional and efficient. Conversion efficiencies exceed 90% in most cases, and energy storage efficiencies reach 88%.
- The performance tests confirmed the system's capability to deliver reliable energy, though minor inefficiencies were identified, such as reduced PV output due to dust accumulation and unbalanced load distribution.
- The thermographic inspection validated the operational stability of the components despite inadequate thermal insulation in the technical room.
- The study also identified and addressed critical non-conformities, including missing components and improper grounding, providing actionable recommendations to enhance system performance, optimize energy utilization, and ensure long-term reliability.

Description of the main achievements

For each minigrid component, specifications and performance (power, efficiency, operating thresholds,) were determined according to a well-defined protocol

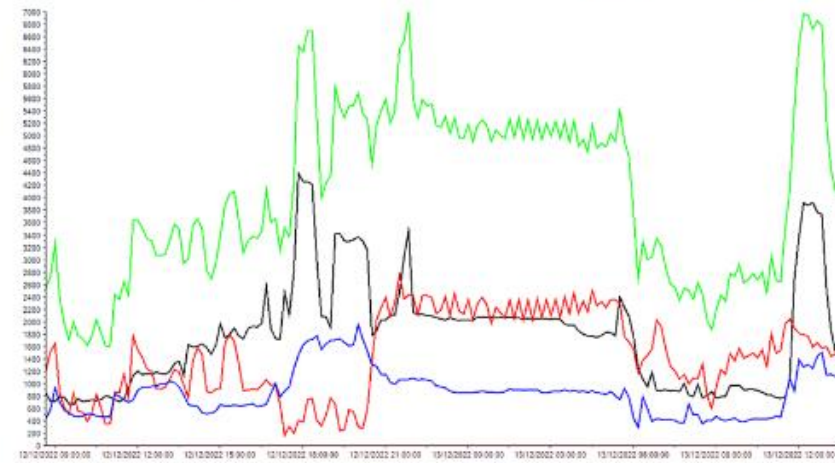
- A maintenance plan for the minigrids has been drawn up. It covers the schedule for the various maintenance, monitoring and testing activities to be carried out on the minigrids in order to prevent certain breakdowns and ensure the system's proper performance and operation for optimum service life.
- The maintenance schedule, as well as the specific tasks and the type of personnel authorized for each maintenance operation.
- **The main recommendation to improve the load profile, which needs to be better adapted to production for the optimum use of mini-grids.**

Description of the main achievements



Thermographic image of technical room

LEGENDE : — Puissance totale — Phase 1 — Phase 2 — Phase 3



System load profile

Technical room

Controllers	Input PV [W]		Output batteries [W]	Efficiency [%]
	Groupe n-1	Groupe n-2		
R ₂	91,42	343,6	363,94	84
	179,92	851,5	708,70	69
	178,77	802,3	695,81	71
R ₃	216,19	1092	1 223,73	94
	217,42	1005,1	1 054,50	86
	211,82	1165,6	1 221,49	89%

Table 1: Performance data for PV groups

PV Groups	Conditions	P _{max} [W]	V _{oc} [V]	V _{mppt} [V]	I _{mppt} [A]	I _{sc} [A]	F.F [%]	Irr. [W/m ²]	Temp [°C]
-	Manufacturer	455	49,8	41,8	10,88	11,41	80	1000	25
Groupe 1-1 6 modules	OPC	1874	265,8	225,6	8,31	9,32	76	858	59,4
	OPC _{max}	312	44,3	37,6	8,31	9,32	76	858	59,4
	STC	404	48,8	42,4	9,53	10,69	77	1000	25,0
	Deviation [%]	-11,2	-2,1	1,3	-12,4	-6,2	-4	0,0	0,0
Groupe 1-2 6 modules	OPC	1888	267,3	227,1	8,31	9,85	72	874	58,9
	OPC _{max}	315	44,6	37,9	8,31	9,85	72	874	58,9
	STC	399	49,0	42,6	9,37	11,10	73	1000	25,0
	Deviation [%]	-12,4	-1,8	1,8	-13,9	-2,6	-8,8	0,0	0,0
Groupe 2-1 7 modules	OPC	2182	313,7	269,2	8,11	9,77	71	879	58,2
	OPC _{max}	312	44,8	38,5	8,11	9,77	71	879	58,2

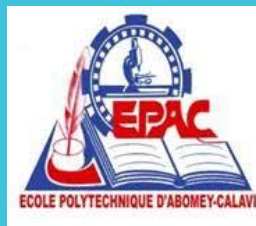
	Batterie 1		Batterie 2		Batterie 3	
	Voc (V)	Internal Resistance (mΩ)	Voc (V)	Internal Resistance (mΩ)	Voc (V)	Internal Resistance (mΩ)
SOC=93%	53,45	4,64	53,43	3,60	53,44	4,01
DOD=90%	52,22	5,38	52,19	3,69	52,17	4,15

Description of the main achievements

In conclusion, CT2S:

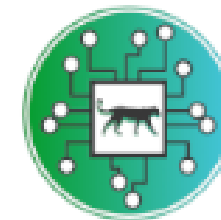
- Established a systematic quality control protocol to maintain system integrity.
- Documented baseline performance metrics for continuous monitoring and evaluation.
- Enhanced operational reliability through regular maintenance and early detection of potential faults.

LEOPARD PROJECT CAPACITY BUILDING PROGRAM



LEAP-RE

Long-Term Joint EU-AU Research
and Innovation Partnership on Renewable Energy



LEOPARD



The LEAP-RE project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement 963530.

Objectives

- Strengthen technical capabilities for designing, sizing, and implementing clean energy microgrids (CEMGs).
- Address universal energy access challenges in ECOWAS.

Capacity building Methodology

The training took the form of successive modules, provided in webinars, for up to one hour and a half maximum per session. T

The methodology contained elements of the following:

- Content Delivery:** The modules tackled key topics relevant to energy access policies, renewable energy resources, system architecture, and life cycle analysis of Community Energy Mini-Grids.
- Skill Development:** The training focused on practical competence in quality control, equipment maintenance, and standardized installation procedures.
- Practical Example:** The Leopard project's Mini-Grid case study helped solidify these theoretical notions at Songhai.

Capacity Building Program

Module Breakdown

- 1. Challenges of rural electrification in West Africa.
- 2. Overview and typology of CEMGs.
- 3. Sizing methodologies and load profile optimization.
- 4. Implementation and quality control.
- 5. Operation and maintenance practices.

Capacity Building Program

Achievements

- ❑ Reached 500 interested participants, with an average of 50 attendees per session.
- ❑ Covered standards and best practices for commissioning and maintenance.
- ❑ Showcased case studies from the Leopard project for practical understanding.

Participant Profile

Capacity
Building
Program

- ❑ Participants: Technicians, engineers, project managers.
- ❑ Represented countries: West Africa, Central Africa, Maghreb, and Europe.

Capacity Building Program

Key Learnings

- ❑ Importance of CEMGs for expanding rural electrification.
- ❑ Challenges in design, sizing, and maintenance tackled through practical examples.

Capacity Building Program

Regional Impact

- Alignment with ECOWAS energy access goals.
- Capacity building fostering regional collaboration and professional exchanges.

Capacity Building Program

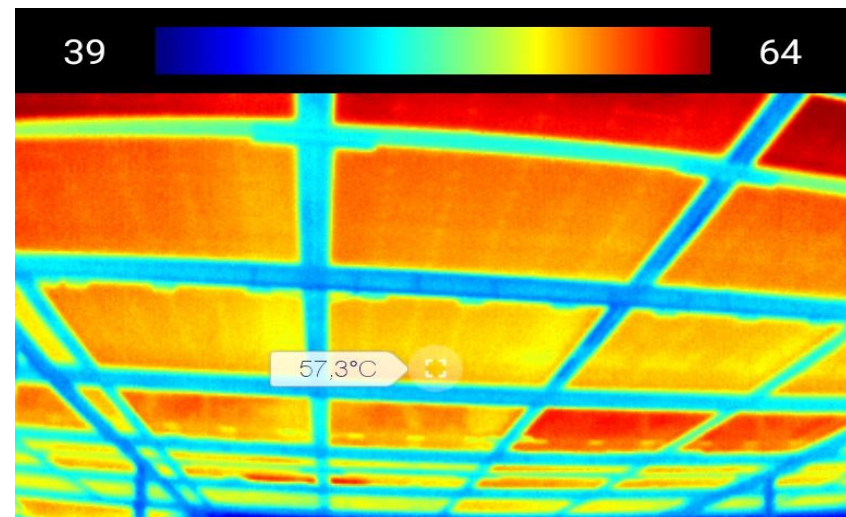


MANY THANKS FOR YOUR ATTENTION.

- - Acknowledgments: EU Horizon 2020 funding (LEAPRE)
- - Contact information.

Prof Cheikh M Fadel KEBE : cmkebe@esp.sn

Prof Ababacar Ndiaye : ababacar.ndiaye@esp.sn



REPLICATION

Jean-Sebastien Cardot

Isaac Boates

Claudia Vannucchi



European Institute
for Energy Research
by EDF and KIT

04/12/2024



LEAP-RE

Long-Term Joint EU-AU Research
and Innovation Partnership on Renewable Energy

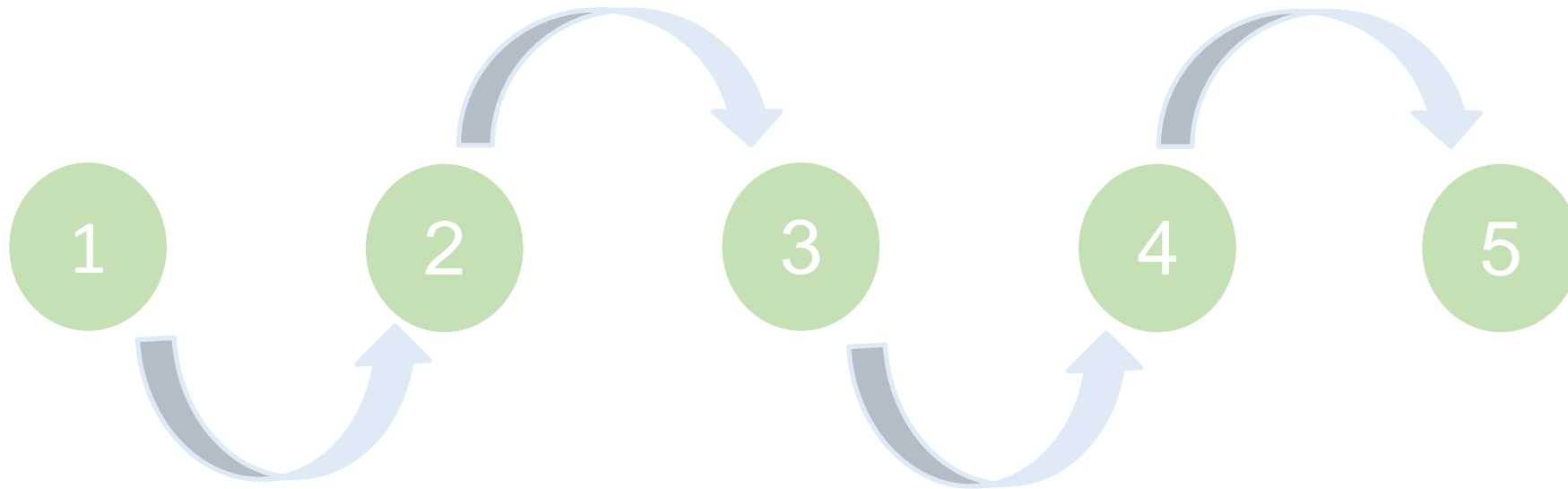


The LEAP-RE project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement 963530.

Agenda : Replicability Study in Benin and Senegal



LEAP-RE

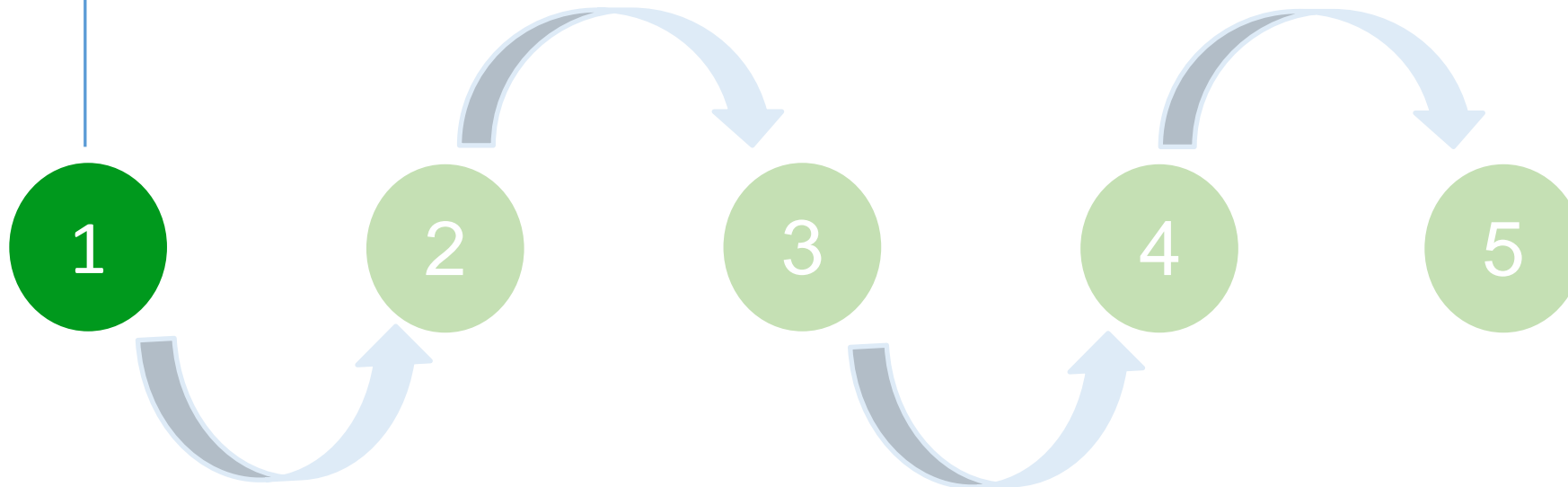


Agenda : Replicability Study in Benin and Senegal



LEAP-RE

Introduction

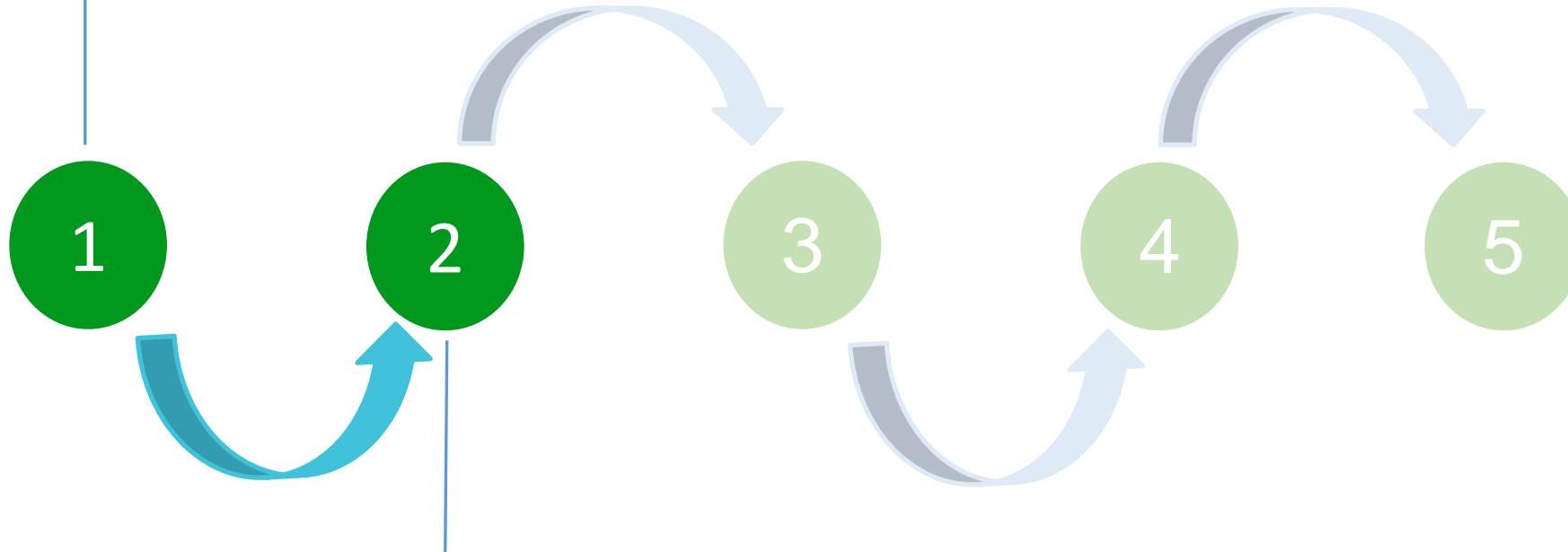


Agenda: Replicability Study in Benin and Senegal



LEAP-RE

Introduction

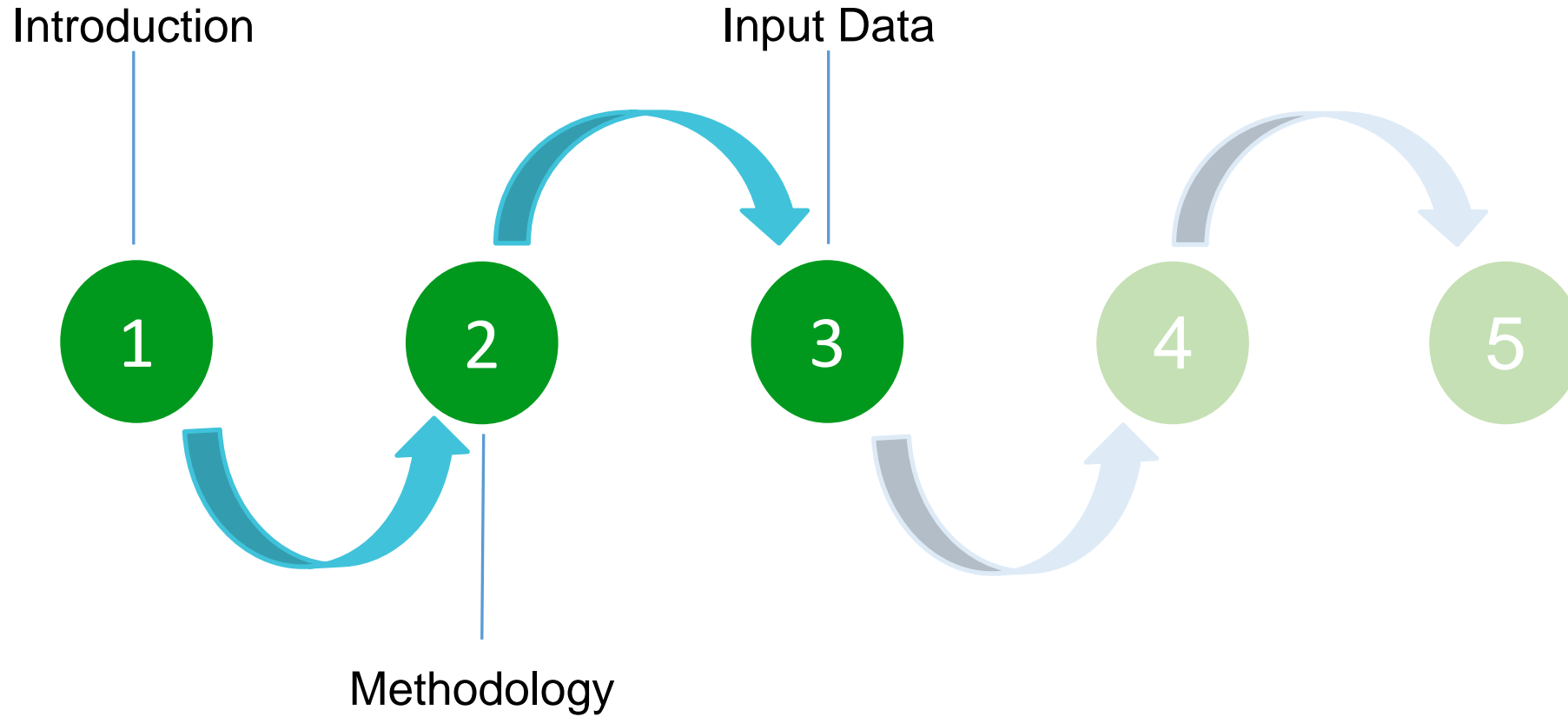


Methodology

Agenda: Replicability Study in Benin and Senegal



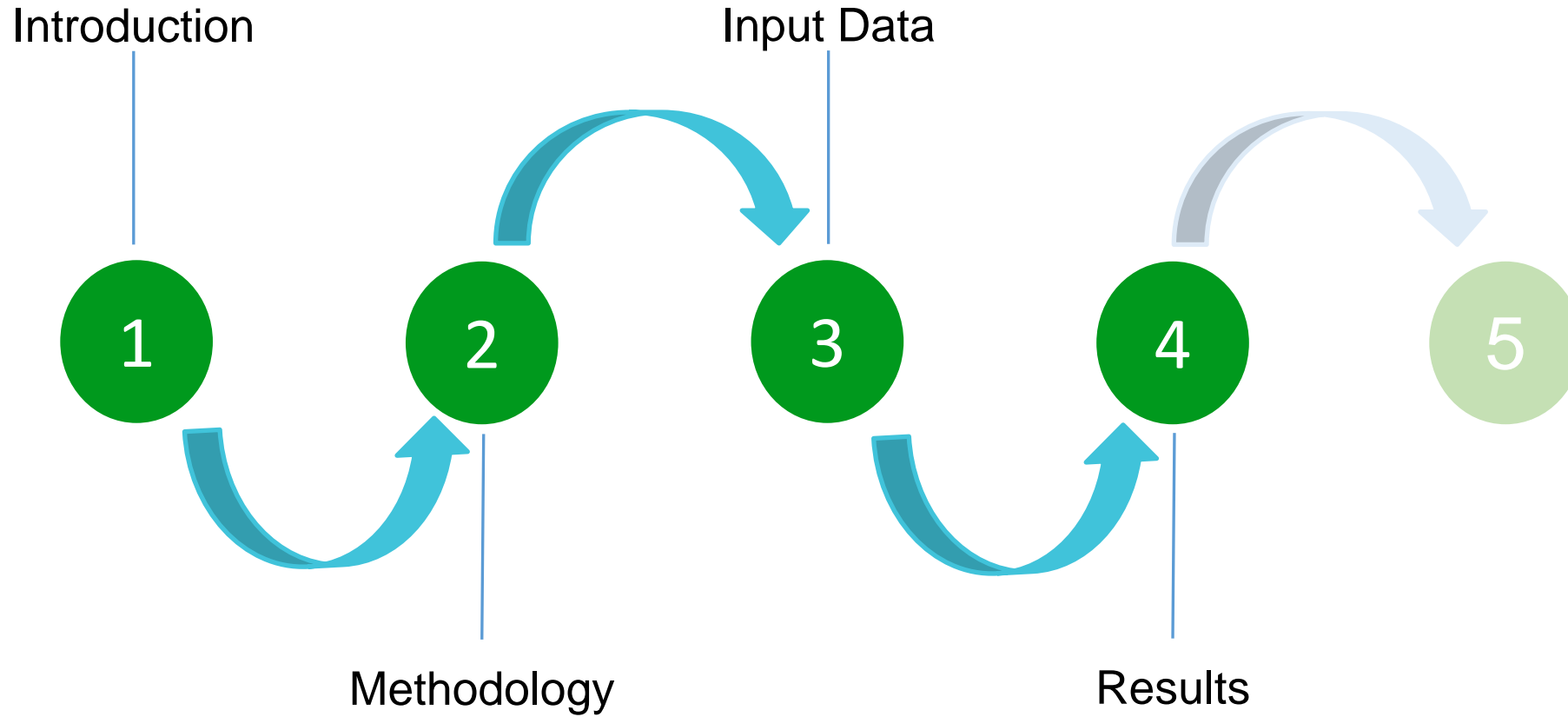
LEAP-RE



Agenda: Replicability Study in Benin and Senegal



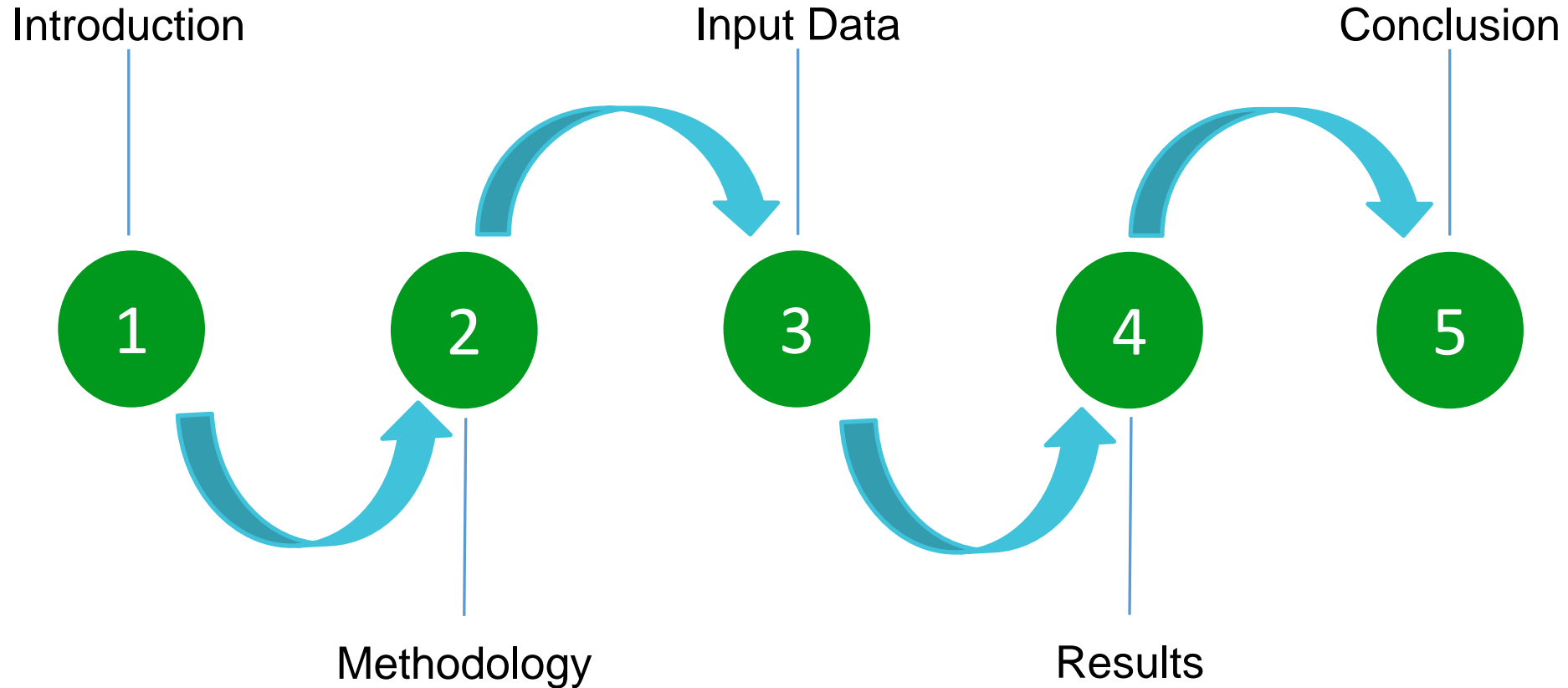
LEAP-RE



Agenda: Replicability Study in Benin and Senegal



LEAP-RE





LEAP-RE

Introduction

Introduction to the Replicability Study

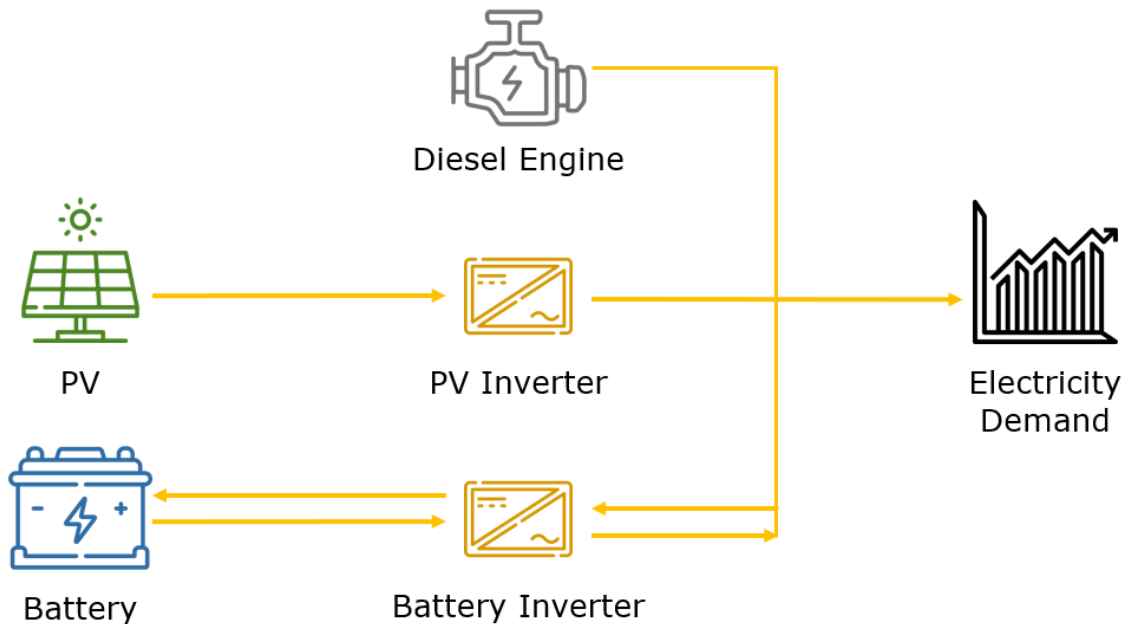


LEAP-RE



Assess the Replication Potential in Benin and Senegal

Microgrid Solution to Replicate



LEOPARD demonstrator installed on the Centre Songhaï campus in **Benin** (2022)



LEAP-RE

Methodology

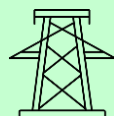
1 - LENI Tool for LEOPARD



Input Data



Google Open Building



Africa Electricity Transmission and Distribution Grid Map



Open Street Map



Mapwith.ai



Healthcare Facilities

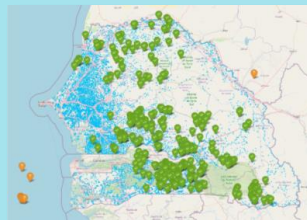


Spreadsheets with Pre-identified Replication Sites **CT2S and ARESS**

Main Results



Identify population clusters



Estimate the population in a cluster



Estimate required network length



Methods

1



Database Construction of population and topography

2



Application of Clustering Algorithm

3



Pathfinder algorithm

Interactive map



Geographic data file (shapefile, KML, GPKG, whatever)



Excel file with all candidate information in rows



2- Memogrid Tool for LEOPARD



Input Data



Solar Irradiation & Temperature Data



Load Curve



Technology Specific Technical & Economic Parameters

Main Results



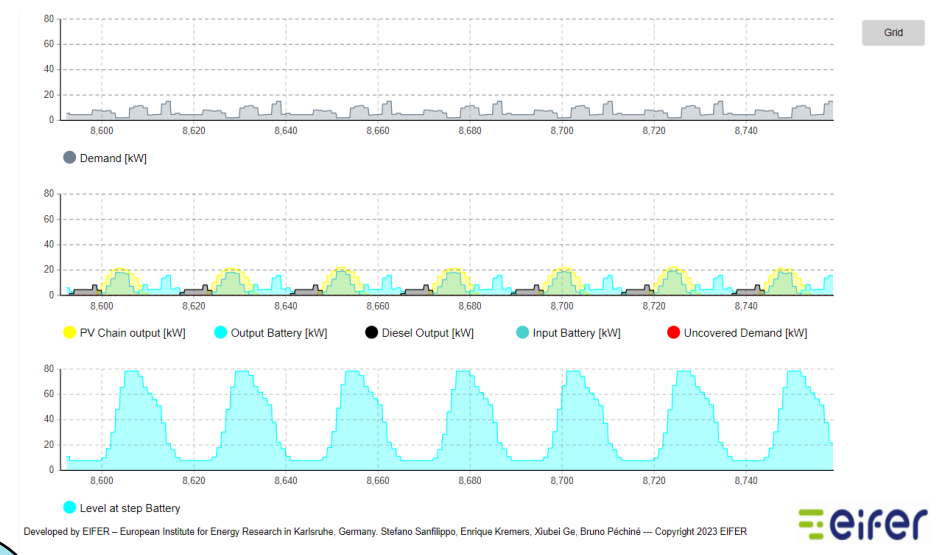
Size the Microgrid technologies



Simulate Microgrid Operation

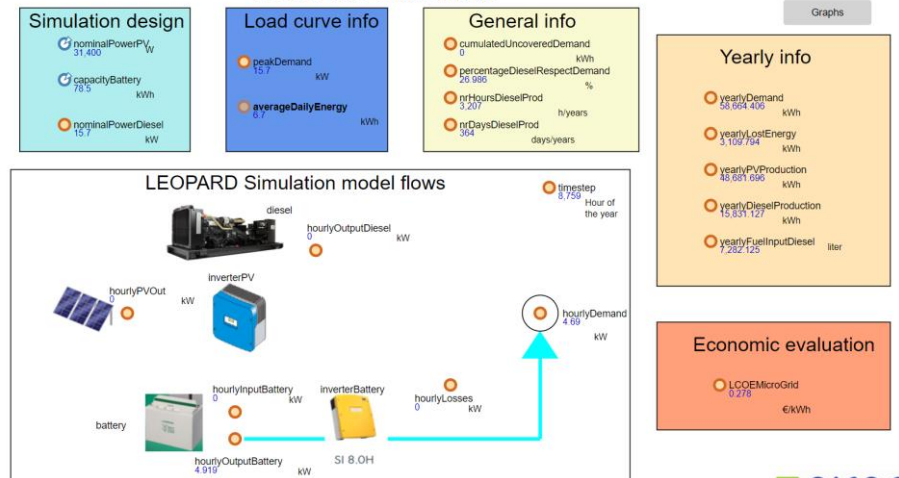


Optimize the Microgrid Design



Developed by EIFER - European Institute for Energy Research in Karlsruhe, Germany; Stefano Sanfilippo, Enrique Kremers, Xiubei Ge, Bruno Pechiné - Copyright 2023 EIFER

LEOPARD Simulation



Developed by EIFER - European Institute for Energy Research in Karlsruhe, Germany; Stefano Sanfilippo, Enrique Kremers, Xiubei Ge, Bruno Pechiné - Copyright 2023 EIFER

3 - LCOE Excel Tool for LEOPARD



LEAP-RE

Input Data



Social Data: size, distribution by type of customer, inhabitants per household, load curve, grid length



Technological Data: Ratio of installed capacity to peak power demand per technology & share of diesel production



Economic Data: CAPEX, OPEX, fuel cost, inflation rate, discount rate

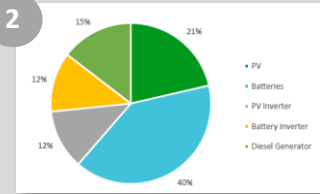
Methods

1



Energy Demand scaled to population size according to distribution by type of customer

2



Technologies sized according to optimized ratio and peak demand

3

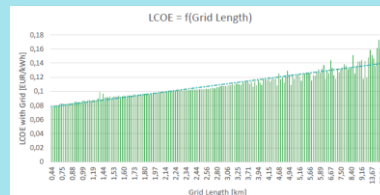
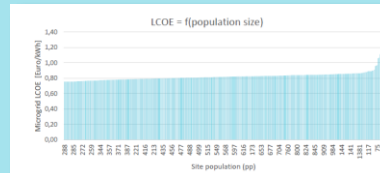
$$LCOE = \frac{\sum_{t=0}^T (Investment\ Cost\ Microgrid_t + OPEX_{microgrid,t}) / (1+r)^t}{\sum_{t=0}^T Yearly\ Microgrid\ Demand_t * (1-d)^t / (1+r)^t}$$

LCOE Calculation

Main Results



Economic Feasibility Insights



General Methodology Overview



LEAP-RE

Projet ASER 300 villages planifiés pour électrification par minigrids							
N	REGION	DEPARTEMENT	COMMUNE	VILLAGE	Longitude (degre)	Latitude (degre)	POPulation des villages
1	KAFFRINE	KAFFRINE	MEDINATOUL SALAM 2	Darou Mady Diallo	-15,2220	13,7585	650
2	KAFFRINE	KAFFRINE	MEDINATOUL SALAM 2	Kelimane Gouye	-15,2358	13,7641	412
3	KAFFRINE	KAFFRINE	MEDINATOUL SALAM 2	Panthiang 1	-15,1465	13,8044	1103
4	KAFFRINE	KAFFRINE	MEDINATOUL SALAM 2	Panthiang 2	-15,1536	13,7947	1213
5	KAFFRINE	KAFFRINE	DIAMAGADIO	Diolay Keur Mor - Diolay Mbaba	-15,5062	13,8927	550
6	KAFFRINE	KAFFRINE	DIAMAGADIO	Touba Nguettene (Hi Ngedene)	-15,5297	13,8559	1134
7	KAFFRINE	KAFFRINE	DIAMAGADIO	Louba	-15,5247	13,8623	1056
8	KAFFRINE	KAFFRINE	DIAMAGADIO	Medina Diéri	-15,3215	13,8615	717
9	KAFFRINE	KAFFRINE	DIAMAGADIO	Ndiok	-15,3263	13,8827	415
10	KAFFRINE	KAFFRINE	DIAMAGADIO	NCouye Madi Bouri	-15,5053	13,8974	647
11	KAFFRINE	KAFFRINE	DIAMAGADIO	Passy Ndiialakh	-15,4870	13,8637	547
12	KAFFRINE	BIRKILANE	MBEULEUP	Ndiayene Mbeuleup	-15,5954	13,9442	400

Input data on sites

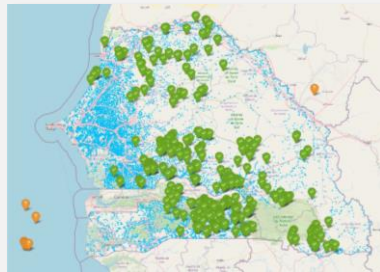
OR



GIS LENI tool



Grid length



Interactive map

Phase 1

PV GIS

Memogrid tool

Typical load curve

Figure 14: Daily Hourly Load Profile for a Typical Village in Senegal

Ratio Installed Capacity / Peak Power Demand					MemoGrid tool data (EIFER)				
PV power (kW/kW)	Batteries (kWh/kW)	PV inverter power (kW/kW)	Battery inverter power (kW/kW)	Diesel generator (kW/kW)					
160%	271%	220%	200%	100%					
Price of each component									
PV power (€/kW)	Batteries (€/kWh)	PV inverter power (€/kW)	Battery inverter power (€/kW)	Diesel generator (€/kW)					
397,28	385,97	222,10	297,48	224,40					

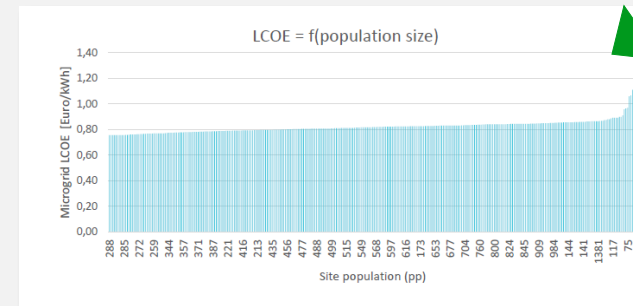
$$\sum_{t=0}^T \left(\frac{LCOE_t}{(1+r)^t} \times E_t \right) = \sum_{t=0}^T \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

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

$$LCOE = \frac{\sum_{t=0}^T (I_t + O_t + M_t + F_t) / (1+r)^t}{\sum_{t=0}^T E_t / (1+r)^t}$$

$$= \frac{\sum_{t=0}^T (I_t + O_t + M_t + F_t) / (1+r)^t}{\sum_{t=0}^T S_t (1-d)^t / (1+r)^t}$$

LCOE tool



LCOE Related Conclusions

Phase 2



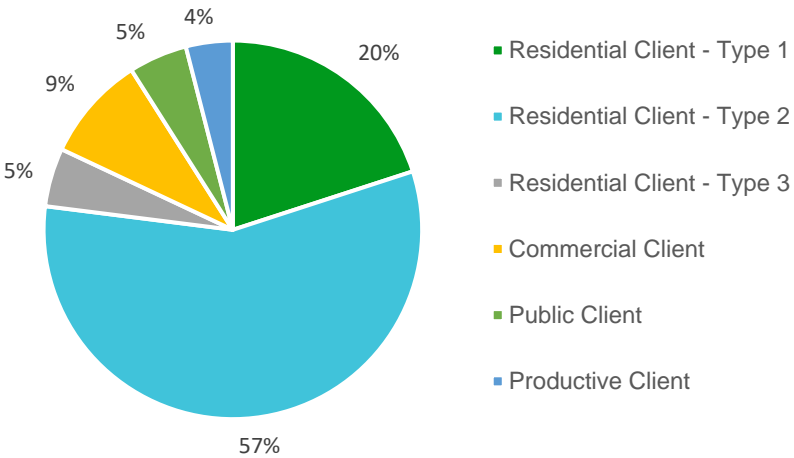
LEAP-RE

Input Data

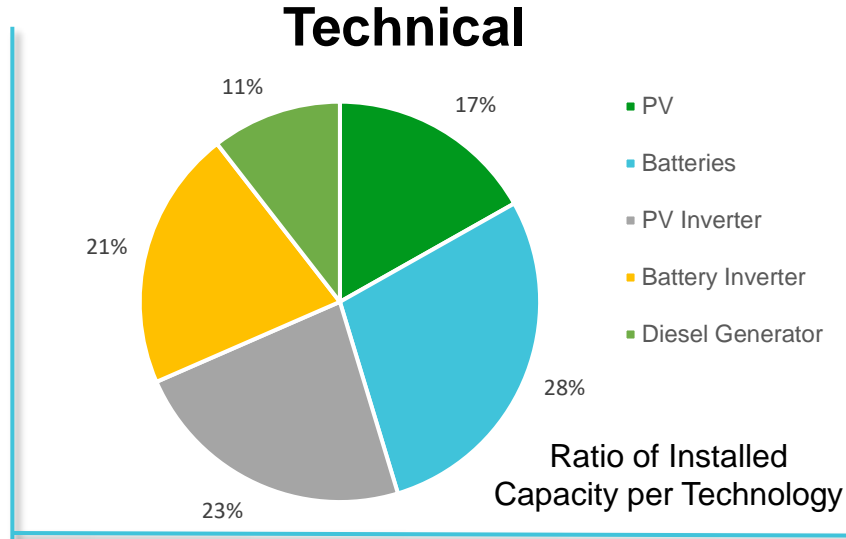
Relevant Input Data for Benin



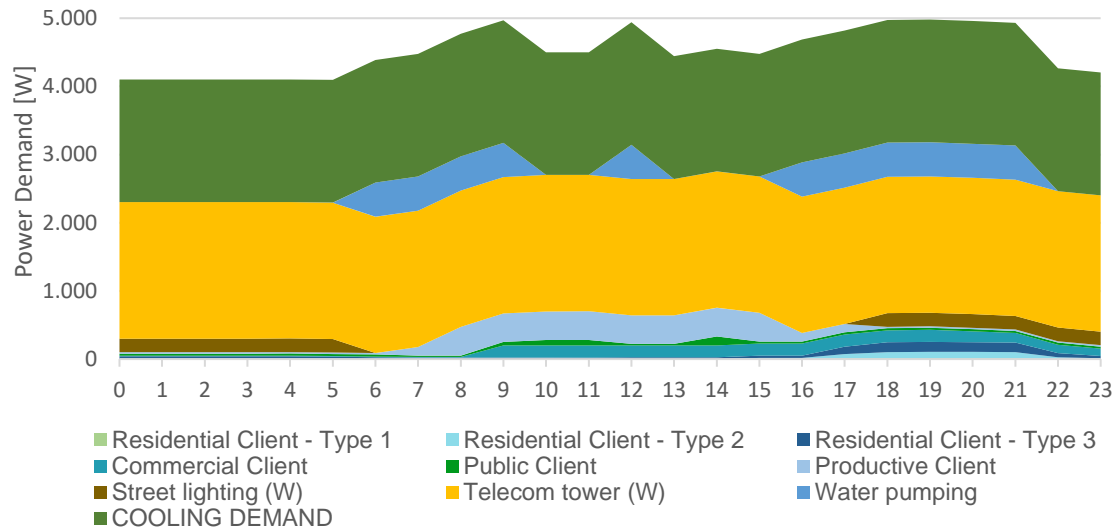
LEAP-RE



Building Distribution by type of Customer



Ratio of Installed Capacity per Technology



Daily Hourly Load Profile (Reference Provided)

Social

Component	CAPEX	Unit
PV	397.28	EUR/kW
Battery	385.97	EUR/kWh
PV Inverter	222.10	EUR/kW
Battery Inverter	297.48	EUR/kW
Diesel Generator	224.40	EUR/kW
Grid	24,485.00	EUR/km

Investment Cost of Microgrid Components including Labor

Component	OPEX	Unit
PV, Battery, and Inverter System	0.198	EUR/kWh/yr
Diesel Generator	0.020	EUR/kWh/yr
Fuel	0.107	EUR/kWh/yr

Operation and Maintenance Cost of Microgrid Components including Labor

8%

Discount Rate

1.5%

Degradation Rate

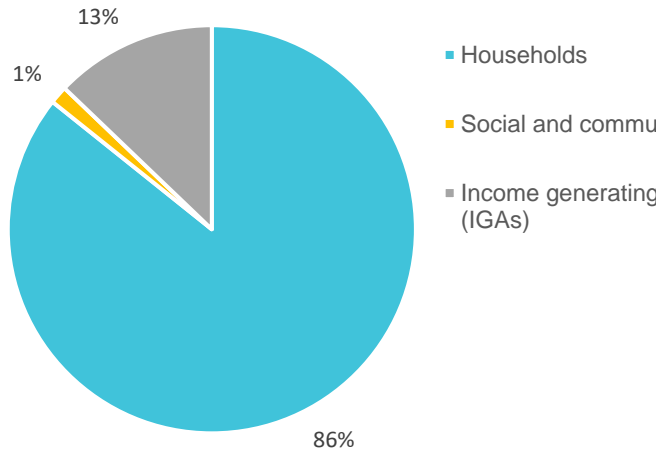
Economic

Relevant Input Data for Senegal

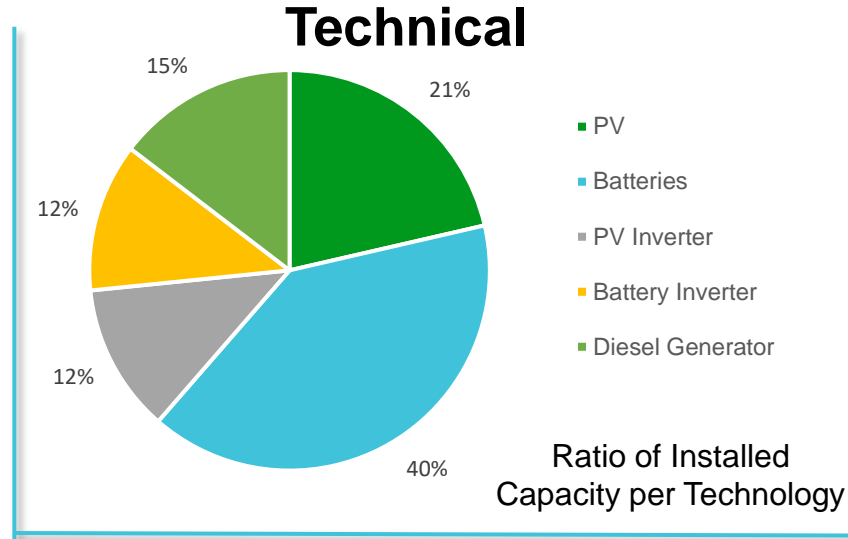
3 load curves have been studied for Senegal (0-200; 200-1000; > 1000)



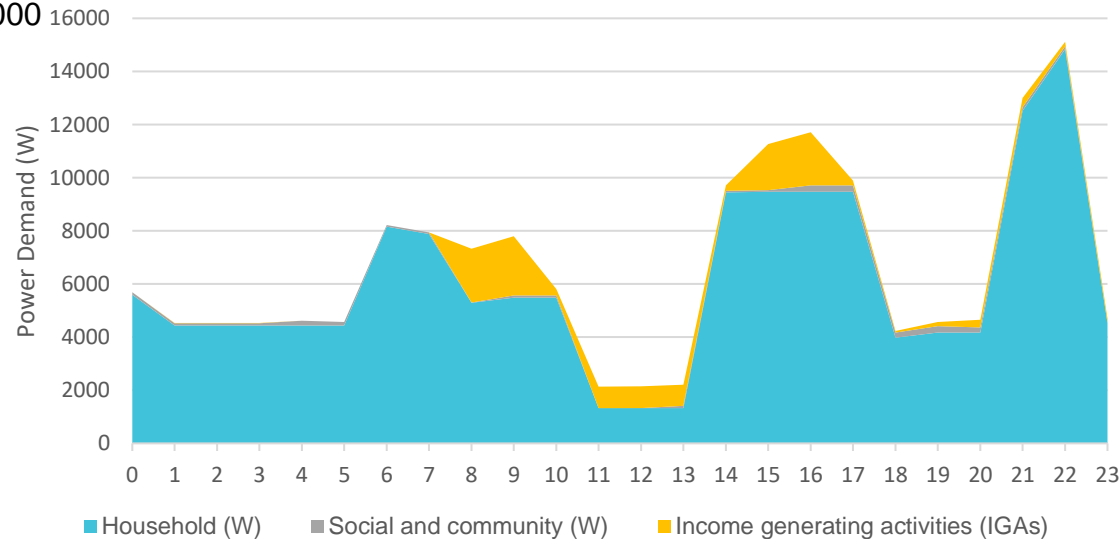
LEAP-RE



Building Distribution by type of Customer for a typical village of 200-1,000



Ratio of Installed Capacity per Technology



Daily Hourly Load Profile for a typical village of 200-1,000 (Reference Provided)

Social

Component	CAPEX	Unit
PV	450.00	EUR/kW
Battery	385.97	EUR/kWh
PV Inverter	222.10	EUR/kW
Battery Inverter	297.48	EUR/kW
Diesel Generator	300.00	EUR/kW
Grid	24,485.00	EUR/km

Investment Cost of Microgrid Components including Labor

Component	OPEX	Unit
PV, Battery, and Inverter System	0.198	EUR/kWh/yr
Diesel Generator	0.110	EUR/kWh/yr
Fuel	0.107	EUR/kWh/yr

Operation and Maintenance Cost of Microgrid Components including Labor

8%

Discount Rate

1.5%

Degradation Rate

Economic

Relevant Input Data for Benin & Senegal



LEAP-RE

Diesel Technical Specifications

Parameter	Value	Unit
Nominal Power	Calculated	kW
Diesel Calorific Value	10.700	kWh/litre
Power Production Efficiency	0.163	-
Maximum Power Production Efficiency	0.370	-
Lifetime Benin	10	yr
Lifetime Senegal	7	yr

PV Technical Specifications

Parameter	Value	Unit
Mounting Type	Fixed	-
Slope and Azimuth	Optimized slope and azimuth for coordinates	-
PV Technology	Crystalline Silicon	-
Installed Peak Power	1	kWp
System Loss	14	%
Lifetime Benin	20	yr
Lifetime Senegal	25	yr

Battery Technical Specifications

Parameter	Value	Unit
Capacity	Calculated	kWh
Maximum Power In/Out	33.750	kW
Self-discharge Rate	0.100	-
Minimal Level	0.100	-
State Of Charge	0.454	-
Lifetime	10	yr
Battery Deterioration Rate	Not considered	-

Inverter Technical Specifications

Parameter	Value	Unit
Nominal Power	Calculated	kW
Efficiency	0.945	-
Operating Temperature	25.00	°C
Lifetime	10	Yr

Technical - COMMON



LEAP-RE

Results

Geographical Replicability for Benin (LENI)



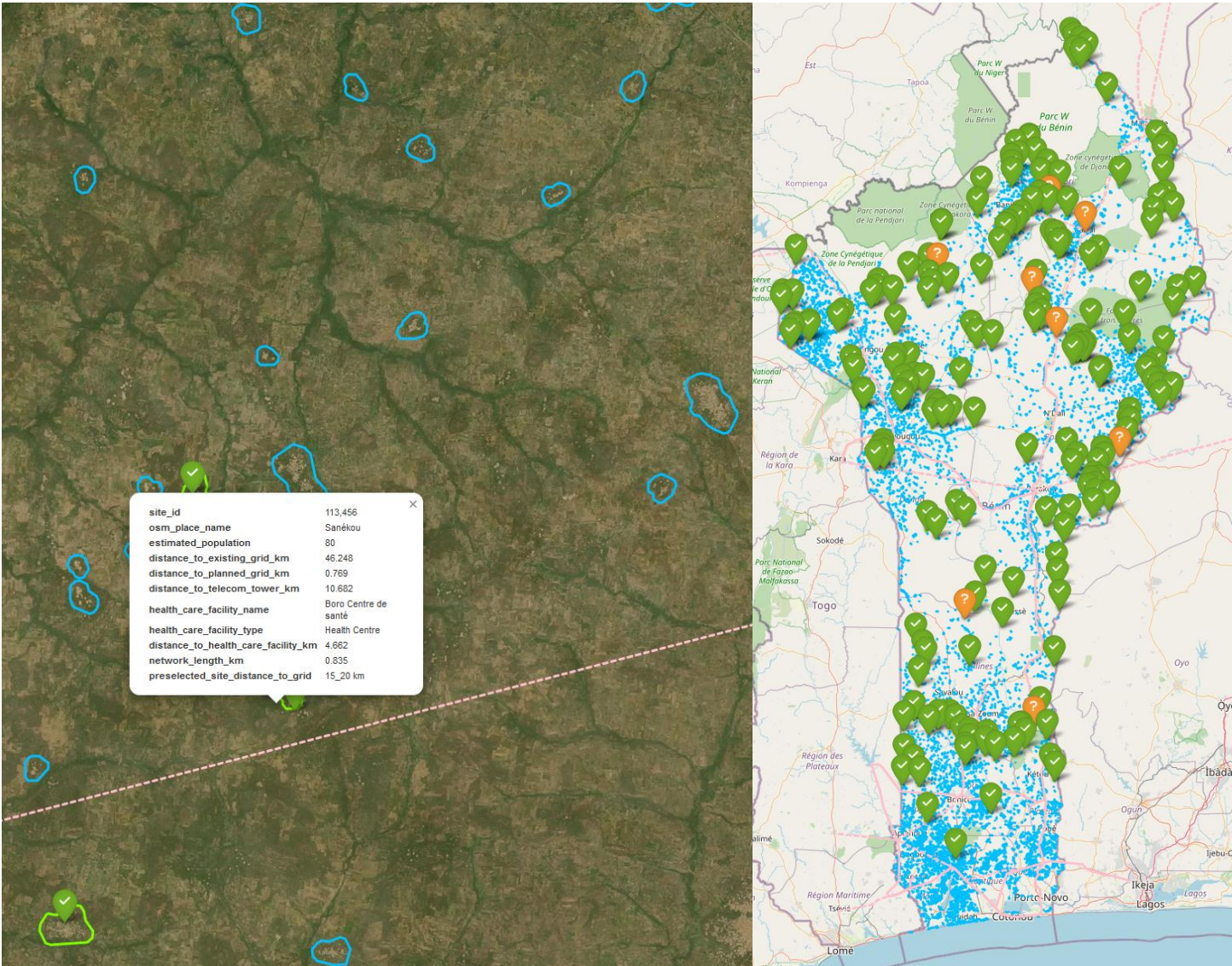
LEAP-RE

Blue polygons represent a population cluster that has been **generated and contextualized using the LENI tool**

Green map markers represents a population cluster that has been identified through LENI and **matched with a pre-identified replication site**

Orange map markers indicate the location of pre-identified replication candidate sites that **were not able to be matched to a generated population cluster using the LENI tool.**

196 LENI identified sites that match with pre-identified ones provided



Economic Replicability for Benin (LCOE)



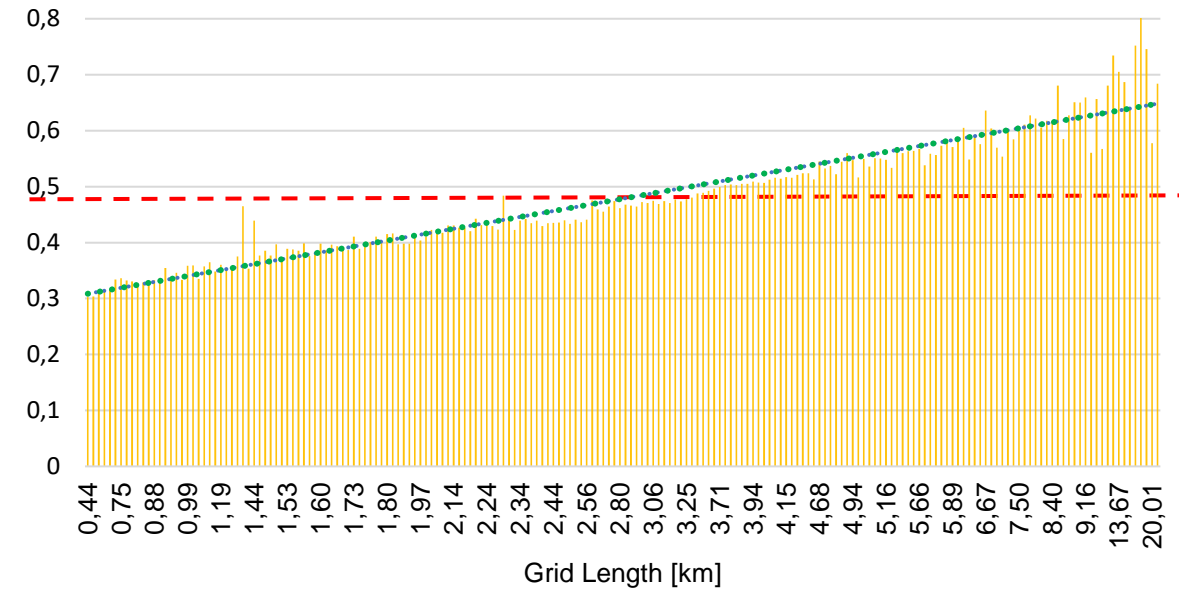
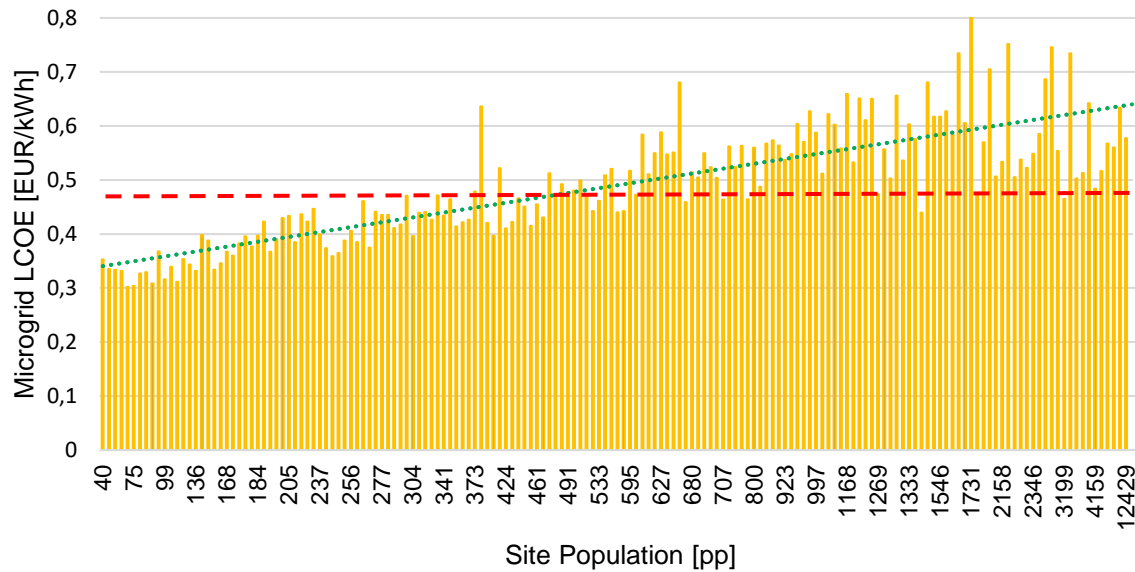
LEAP-RE

0.40-0.47 EUR/kWh LCOE range for economic feasibility

0.34 EUR/kWh Average LCOE

LCOE = f(population size)

LCOE = f(Grid Length)



The **LCOE** of the microgrid solution is **generally directly dependent to the population size and grid length**

It varies more with the population as **the investment cost of grid length significantly influences the LCOE**

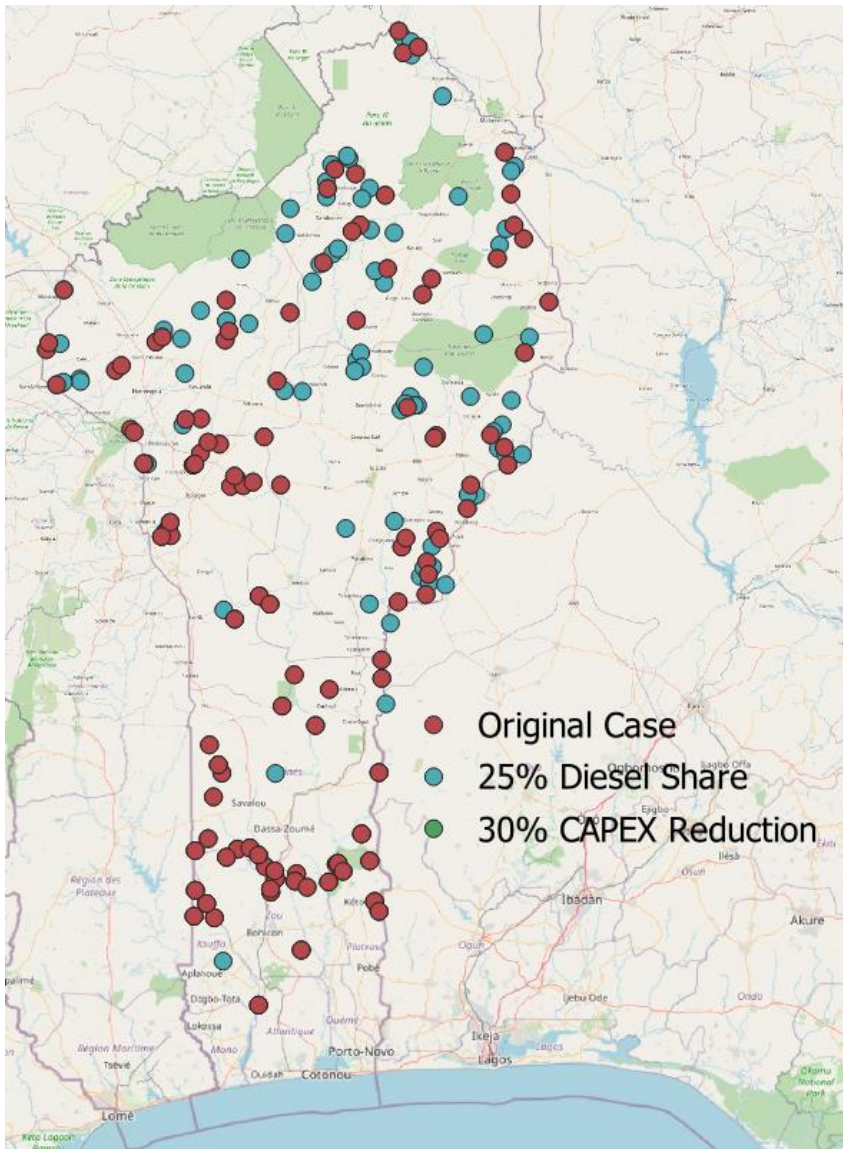
144 sites meet the **economic replication criteria**

The economic performance can be improved by considering CAPEX incentives and different shares of renewables

Replicability Analysis for Benin - Sensitivity



LEAP-RE



Red dots represent the sites that would be **economically viable for replicability** if no investment subsidies or changes in the renewable share are applied (144).

Blue dots represent the **additional** sites that would be **economically viable for replicability** if the diesel share in energy production were to increase from 14% to 25% (195).

The green dot represents the **additional** site that would be **economically viable for replicability** if a **CAPEX subsidy of 30%** is considered (196).

Any additional CAPEX subsidies or increases in the diesel share would improve the overall economics but not add additional sites to the already identified ones.



LEAP-RE

Conclusions



LENI is a powerful tool for geographical pre-feasibility studies and to identify additional replication sites that can be used in project's early stages



MemoGrid Logo

Memogrid allows for the optimization of a microgrid technology design, aiding in lowering electricity prices



The containerized microgrid solution implemented in Benin during the project is found replicable in:

- 144 sites in Benin without considering any incentives, and 196 sites with a 30% CAPEX subsidy or a 25% diesel share.
- 43 sites in Senegal without considering any incentives, 296 sites with a 30% CAPEX subsidy, and 321 sites with a 40% CAPEX subsidy.



Several parameters influences the economics of a microgrid project, such as population size, grid length, and renewable resources availability

THANK YOU

CONTACT US FOR MORE INFORMATION



www.leap-re.eu



contact@leap-re.eu



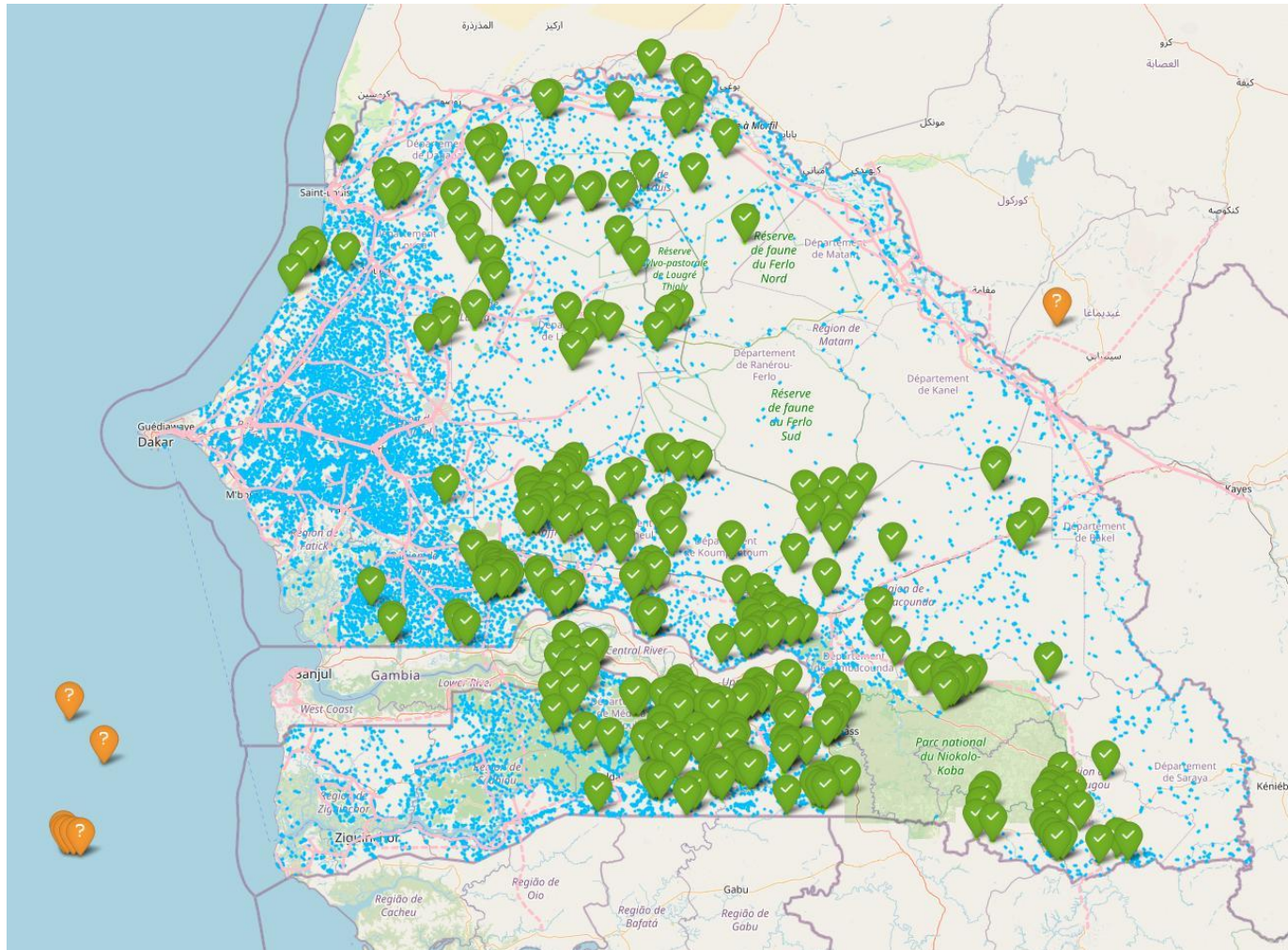
[@leapRE_EU](https://twitter.com/leapRE_EU)



Geographical Replicability for Senegal (LENI)



LEAP-RE



Blue polygons represent a population cluster that has been **generated and contextualized using the LENI tool**

Green map markers represents a population cluster that has been identified through LENI and **matched with a pre-identified replication site**

Orange map markers indicate the location of pre-identified replication candidate sites that **were not able to be matched to a generated population cluster using the LENI tool.**

321 LENI identified sites that match with pre-identified ones provided

Economic Replicability for Senegal (LCOE)

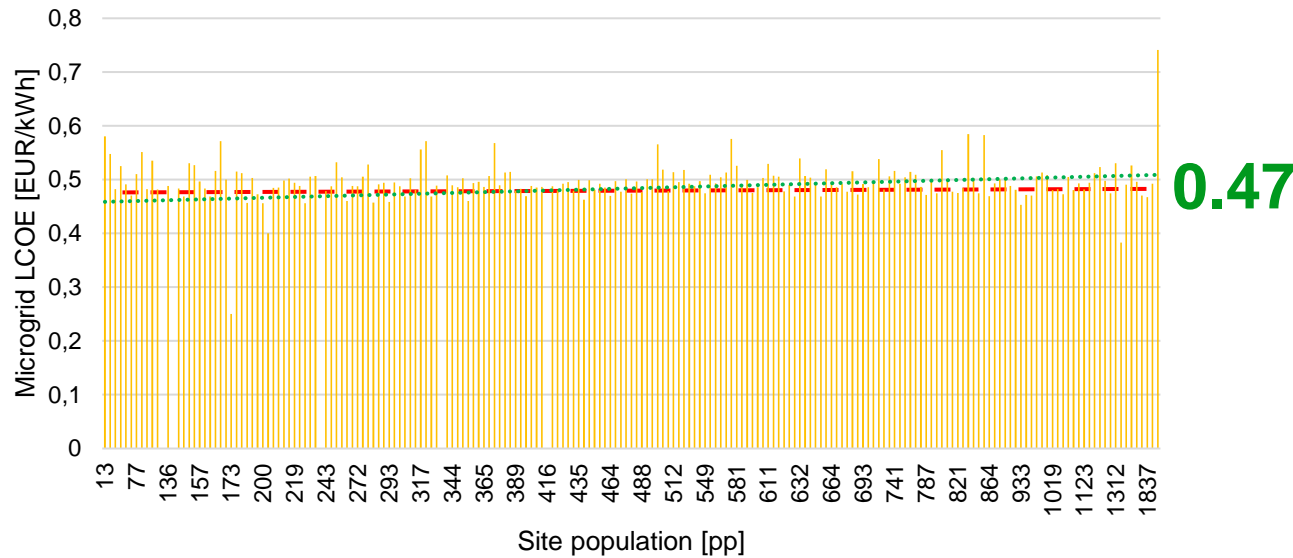


LEAP-RE

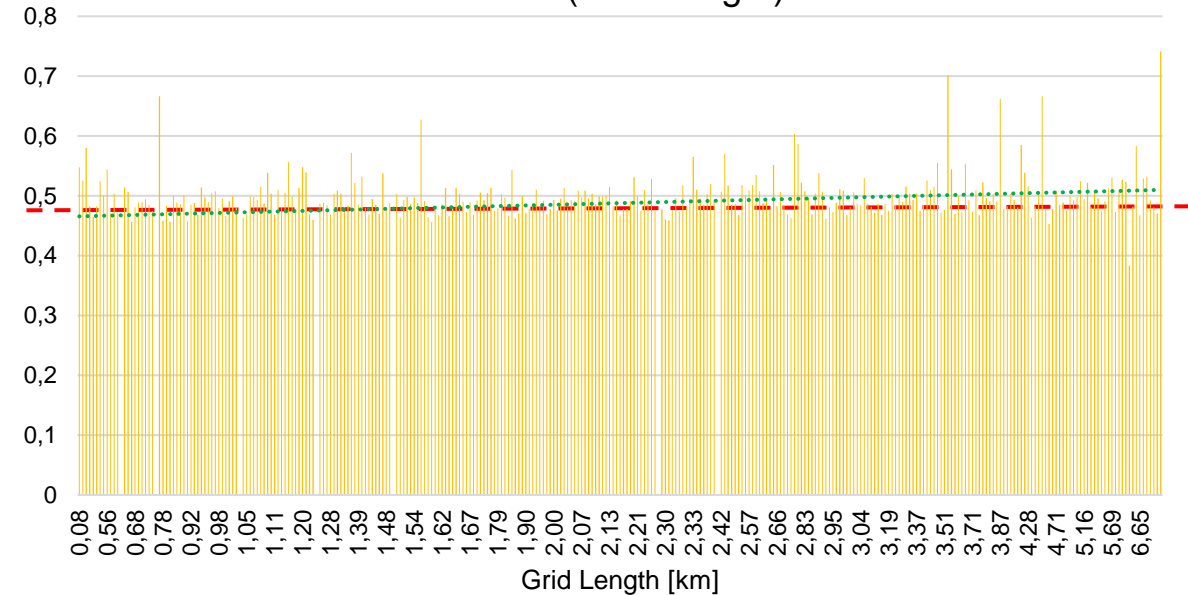
0.40-0.47 EUR/kWh LCOE range for economic feasibility

0.48 EUR/kWh Average LCOE

LCOE = f(population size)



LCOE = f(Grid Length)



The **LCOE** of the microgrid solution is **generally directly dependent to the population size and grid length, less so than in Benin**

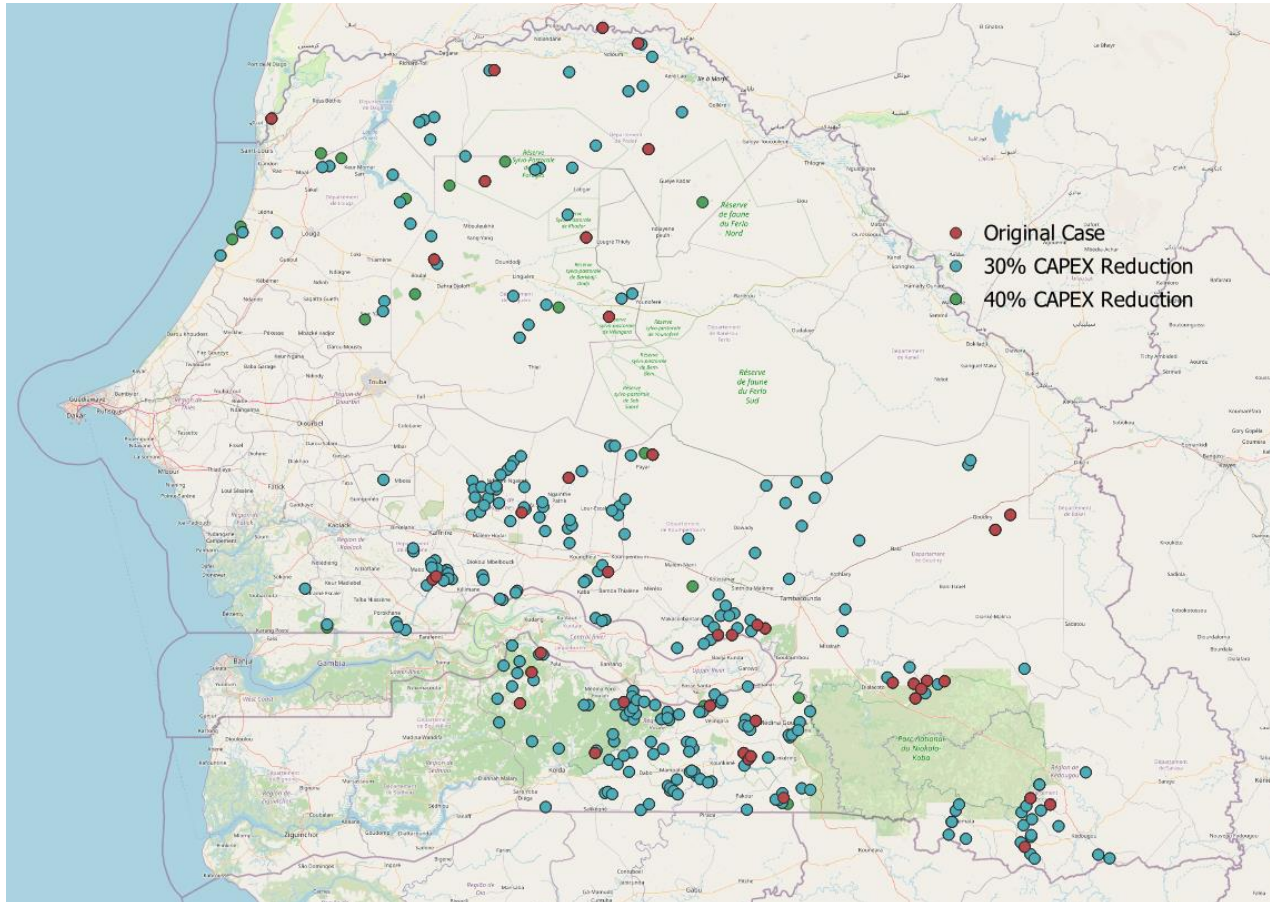
43 sites meet the **economic replication criteria**

The economic performance can be improved by considering CAPEX incentives and different shares of renewables

Replicability Analysis for Senegal - Sensitivity



LEAP-RE



Red dots represent the sites that would be **economically viable for replicability if no investment subsidies or changes in the renewable share are applied (43).**

Blue dots represent the **additional** sites that would be **economically viable for replicability if a CAPEX subsidy of 30% is considered (296).**

The green dot represents the **additional** site that would be **economically viable for replicability if a CAPEX subsidy of 40% is considered (321).**

Any additional CAPEX subsidies would improve the overall economics but not add additional sites to the already identified ones. No changes to the diesel share were considered in this case as the diesel share of the final microgrid solution of this design was already higher than the Beninese case.