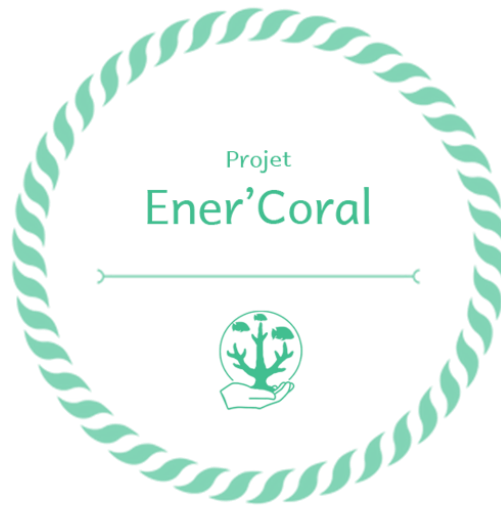


CHAZOT Guillaume - JOURDIN Arthur - TAJJA Yassine



Modélisation du réseau électrique

Projet Ener'Coral



Sommaire

I.	Dimensionnement du micro-grid	4
1.	Nos charges de consommation	4
2.	Notre production d'énergie : les panneaux solaires photovoltaïques	5
3.	Notre stockage d'énergie : Les batteries	6
II.	Explication et caractéristique de notre micro-grid	8
1.	Fonctionnement du micro-grid.....	8
2.	Norme NF C 15-100	9
3.	Evolution envisageable du micro-grid.	9

Préambule

Ce document est une synthèse du dimensionnement du réseau électrique du projet Ener'Coral. Il permet d'avoir un résumé sur la puissance de notre installation et des différents éléments la composant.

Ce dimensionnement a été effectué de Juin à Aout 2017 et validé par Madame Delphine RIU, enseignante chercheuse en énergie électrique à l'ENSE3 – Grenoble INP.

Le choix de la technologie de production de l'énergie renouvelable n'étant pas déterminé au début du projet, nous avons étudié toutes les pistes envisageables à savoir, les panneaux solaires, l'éolienne et l'hydrolienne.

Suite à ces études, l'énergie renouvelable la plus fiable et propice par rapport aux ressources énergétiques disponibles (Irradiation solaire, vitesse du vent et vitesse du courant) est l'énergie solaire avec l'installation de panneaux solaires photovoltaïques.

Dans un premier temps, vous trouverez la modélisation et le type de nos équipements composant le micro-grid du projet. Dans un deuxième temps, nous concluons sur la taille de notre installation et le matériel nécessaire à équilibrer la production et la demande de ce micro-grid.

I. Dimensionnement du micro-grid

1. Nos charges de consommation

Pour effectuer la modélisation de nos charges et de tous les éléments composant notre réseau électrique, nous avons utilisé la plateforme de modélisation dynamique Simulink du logiciel Matlab. Ce logiciel permet de simuler les courbes de consommation journalières et d'observer l'influence négative que certaines charges peuvent potentiellement engendrer sur les batteries.

Ainsi dans un premier temps, nous avons fait un listing des charges que nous souhaitons utiliser, avec leur puissance nominale ainsi que leur temps d'utilisation au cours de la journée. Nous avons retiré certaines charges trop énergivores ou ayant des influences néfastes sur notre réseau. Voici le listing final :

Charges	Puissance nominale (W)	Horaire d'utilisation
Eclairage de nuit	120	17h-24h et 0h-1h
Eclairage journée	40	10-17h
Prise pour chargeur de téléphone	40	10h-17h
Sentier lumineux	100	18h-19h30
Ordinateur	60	9h-24h
Téléviseur	80	10h-17h
Antenne/modem/capteur/camera	40	0h-24h

Pour choisir nos charges, nous avons notamment prêté attention à certaine charge dont la puissance nominale est élevée pour privilégier des technologies moins énergivores avec les charges innovantes à faible consommation tel que les ampoules à faible consommation, l'éclairage Led, les appareils électriques répondant aux normes A+. Certaines charges fonctionnent suivant des cycles décharge qui engendrent des cycles de charges et décharges sur les batteries. C'est le cas du réfrigérateur, nous avons décidé de ne pas utiliser ce type de charge par conséquent.

Nous avons obtenu au final une consommation journalière de : **4242 W.h / Jour**.

La valeur de la consommation est relativement faible, il s'agit d'une petite installation car nous n'utilisons pas d'énergie pour le chauffage par exemple, source de consommation importante.

2. Notre production d'énergie : les panneaux solaires photovoltaïques

➤ Modélisation du parc de panneaux solaires photovoltaïques

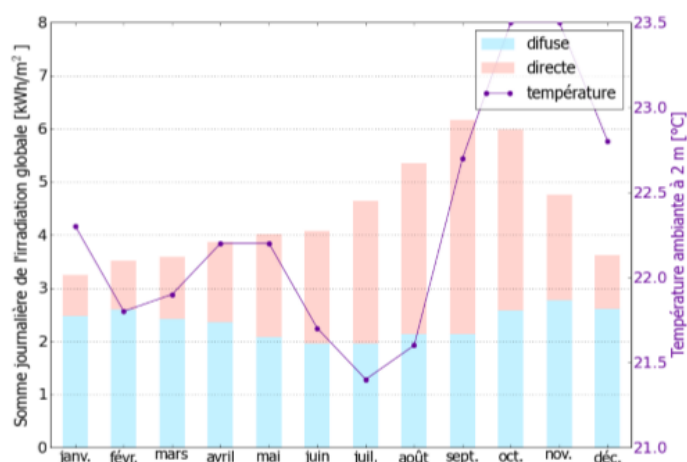
Un panneau solaire est défini par sa puissance crête P_c . La puissance que va fournir le panneau P_{pan} dépend de sa puissance crête, de l'irradiation solaire reçue et de la température. Voici la formule de la puissance produite par un panneau solaire :

$$P_{pan} = I_r * P_c * (1 - \beta_{pv} * (T - 25))$$

I_r : Irradiation globale journalière (en Wh/Wc)
 Avec : β_{pv} : Coefficient de perte (%)
 T : Température (en C°)

Le coefficient de perte est de 0.05% pour notre panneau solaire choisi. Pour l'irradiation et les températures, nous avons pris des données moyennes trouvées sur internet. De nombreux sites sur internet, permettent de trouver des données fiables sur les valeurs de l'irradiation, en voici un exemple :

Mois	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
janv.	101	3.25	2.48	22.3
févr.	98	3.51	2.60	21.8
mars	111	3.59	2.42	21.9
avril	116	3.86	2.35	22.2
mai	125	4.02	2.08	22.2
juin	122	4.07	1.95	21.7
juil.	144	4.63	1.95	21.4
août	166	5.35	2.14	21.6
sept.	185	6.17	2.13	22.7
oct.	186	5.99	2.58	23.5
nov.	143	4.75	2.77	23.5
déc.	112	3.61	2.61	22.8
année	1607	4.40	2.34	22.3



Moyennes mensuelles à long terme:

Gh_m Somme mensuelle de l'irradiation globale [kWh/m²]
 Gh_d Somme journalière de l'irradiation globale [kWh/m²]

La valeur de l'irradiation solaire sur notre île est très élevée, ce qui rend les panneaux solaires très intéressants à utiliser.

L'irradiation solaire au cours d'une journée se modélise sous la forme d'une loi normale centrée à 12h dans notre cas que l'on multiplie par la valeur Gh_d. Pour dimensionner notre parc de panneau solaire, nous avons pris les données dans le pire cas qui est celui de Janvier dans notre cas.

L'énergie produite par les panneaux devant être égale à l'énergie consommée par les charges, nous avons obtenue une puissance crête totale à installer de : **1500 Wc.**

➤ **Type de panneau :**

Les panneaux solaires sont constitués de cellules photovoltaïques qui récupèrent l'énergie de la lumière pour la convertir en énergie électrique. Les cellules photovoltaïques peuvent être de différentes natures. Les trois plus connus sont les cellules :

- En Silicium monocristallin
- En Silicium polycristallin
- En Silicium amorphe

Etant dans une région très ensoleillée avec des températures élevées, les panneaux solaires à privilégier sont les panneaux en **silicium polycristallin**.

➤ **Orientation des panneaux :**

L'emplacement et l'orientation sont primordiaux. Etant situé dans l'hémisphère nord, nos panneaux doivent être orientés direction Nord. Pour déterminer l'inclinaison optimale du panneau, nous avons additionné la latitude de l'île Seraya Kecil soit -8° et le chiffre correspondant au tableau suivant pour le mois le moins ensoleillé :

Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	mai	Jui.	Jui.	Août.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
$+13^\circ$	$+7^\circ$	0°	-7°	-13°	-20°	-13°	-7°	0°	$+7^\circ$	$+13^\circ$	$+20^\circ$

Nous avons donc trouvé l'orientation et l'inclinaison suivante : **$+5^\circ$ orienté Nord.**

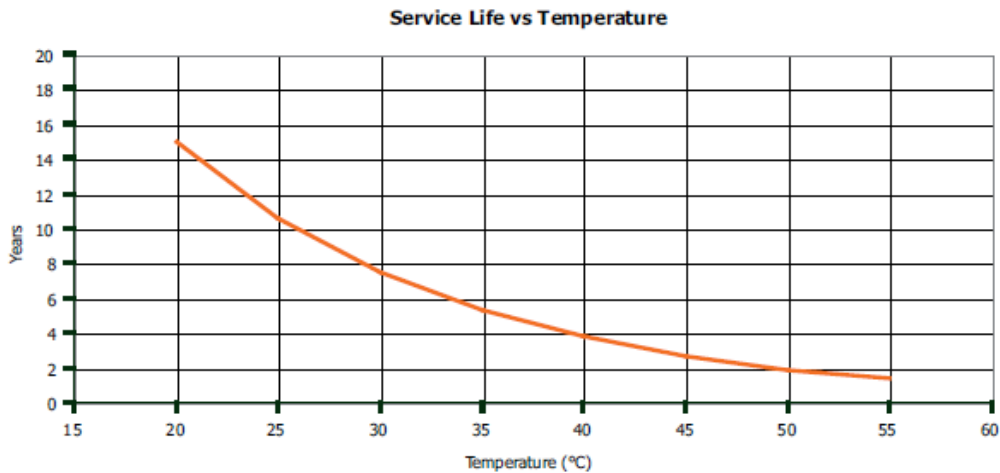
3. Notre stockage d'énergie : Les batteries

➤ **Type de stockage :**

Actuellement sur le marché, il n'existe pas de moyen de stockage existant à l'échelle de l'habitat hormis celui des batteries. En effet, les volants d'inertie, micro-step, le vecteur hydrogène ou encore le stockage par air comprimé sont des technologies très prometteuses mais actuellement au stade de la recherche et ne sont pas commercialisées à cette échelle.

Dans les installations isolées utilisant du photovoltaïque, les batteries au plomb offrent les solutions les plus fiables et intéressantes autant en terme économique, qu'écologique puisque 90% de la batterie est recyclable.

Etant donné que nous sommes dans une région aux températures élevées, nous avons choisi de prendre des batteries au plomb à longue durée de vie de 15 ans à 20°C , car leur durée de vie est divisée par deux à cause de la température comme vous pouvez l'observer sur le graphique à la page suivante.



➤ **Modélisation de notre banc de batterie :**

Nous avons modélisé la taille du banc de batterie qui va permettre de stocker l'énergie solaire excédentaire et la réinsérer dans réseau électrique lorsque l'électricité produite par les panneaux solaires n'est plus suffisante pour alimenter la consommation des charges.

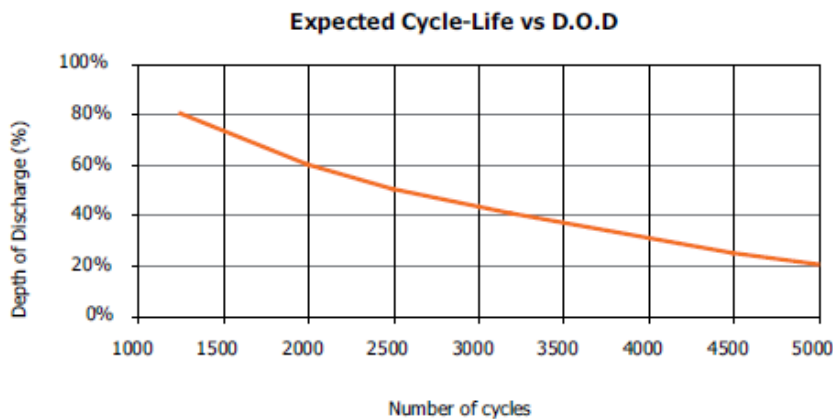
Pour déterminer la capacité totale du banc de batteries à installer, nous avons utilisé la formule suivante :

$$Q = \frac{\max(\text{Energie}) - \min(\text{Energie})}{\text{Dodbat} * \text{Vbat}}$$

Avec : Q : capacité du banc de batterie (A.h)
Dod (*Depth of discharge*): Taux de décharge de la batterie (en %)
Vbat : Tension des batteries (en V)

A hauteur d'un cycle de charge/décharge par jour durant 7.5 années, notre banc de batterie va donc faire 2730 cycles, ce qui correspond à un taux de décharge d'environ 45% sur l'exemple ci-dessous.

En pratique, nous prenons une marge de sécurité avec un Dod de **30%** pour une batterie au plomb long durée de vie. Nous avons obtenu au final avec des batteries 12, une capacité de : **1000 A.h**



II. Explication et caractéristique de notre micro-grid

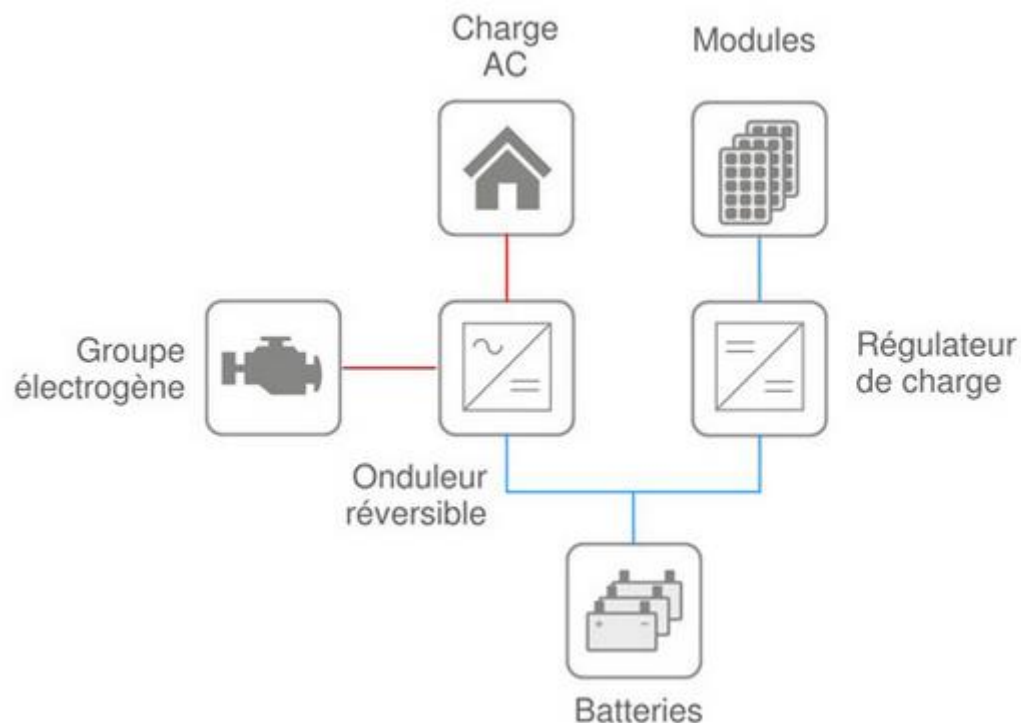
1. Fonctionnement du micro-grid

Suite au dimensionnement précédant, nous avons obtenus :

- **Puissance crête du parc électrique : 1700Wc**
- **Capacité du banc de batterie de 12V : 1000 A.h**

Pour relier les panneaux solaires photovoltaïques, aux batteries ainsi qu'à nos charges fonctionnant sous 230V, nous avons besoins de différents éléments d'électronique de puissance. De plus, pour éviter les décharges profondes des batteries qui engendreraient une diminution drastique de la durée de vie du banc de batterie, nous avons décidé d'utiliser un groupe électrogène de secours. Le dimensionnement de notre installation a été conçu pour que le groupe électrogène fonctionne uniquement lors de jours de mauvais temps où la production des panneaux solaires serait fortement réduite.

Voici un schéma illustrant les différents composants du réseau électrique :



- Le régulateur de charge permet d'adapter la tension et le courant des panneaux solaires pour charger les batteries avec un rendement optimal.
- L'onduleur réversible permet de convertir la tension continue de 12,24 ou 48V des batteries en tension alternative de 230V pour alimenter les charges électriques. De plus, notre onduleur est dit réversible car il permet de recharger les batteries en utilisant l'énergie du groupe électrogène lorsque le taux de décharge des batteries est au plus faible.

2. Norme NF C 15-100

Nous vous invitons à lire notre document :

- Installation des équipements électriques – Projet EnerCoral

Ce document a pour objectif d'illustrer les éléments présents dans notre installation ainsi que le mode opératoire de leur installation. L'installation électrique du projet EnerCoral répond aux **normes NF C 15-100** pour garantir la sécurité des utilisateurs.

3. Evolution envisageable du micro-grid.

Pour effectuer ce dimensionnement, nous avons eut recours à des hypothèses. Nous allons donc vérifier dans le temps si ces hypothèses s'avèrent correctes pour la consommation des charges et s'il est possible d'améliorer notre réseau électrique.

➤ Installation de capteurs

L'utilisation d'un système hybride, mêlant deux énergies renouvelables distinctes est intéressante puisque ces énergies peuvent se compléter pour diminuer la capacité du banc de batterie et supprimer l'utilisation d'un groupe électrogène de secours.

Malheureusement, les premières données pour l'installation d'une éolienne ou d'une hydrolienne ne permettent pas d'utiliser un de ces éléments. Ainsi nous souhaitons installer les capteurs suivant pour vérifier toutes nos données :

- **Anémomètre** : capteur qui mesure la vitesse du vent.
- **Courantomètre** : capteur qui mesure la vitesse du courant.

De la même manière, notre onduleur réversible permet de connaître la production des panneaux solaires ainsi que la consommation de nos charges.

➤ Nouvelles technologies

De la même manière, nous allons surveiller l'avancée des nouvelles technologies notamment pour le stockage avec par exemple le développement des volants d'inertie, le stockage sous forme d'hydrogène afin d'améliorer nos installations si ces technologies apparaissent sur le marché puisque les batteries au plomb ont une durée de vie faible et doivent être remplacées théoriquement tous les 7.5 années.

Annexe : Modélisation de notre réseau électrique sur Simulink.

