

Projet de Fin d'Etudes

ETUDE ET CONCEPTION D'UNE CENTRALE PHOTOVOLTAIQUE DANS UN SITE ISOLE

Réalisé par:

AHMED T DEMBELE

ISSA SIDIBE

Présenté devant le jury composé de :

Président : Mme. YOSR BECHIR

Rapporteur : M. HICHEM KESRAOUI

Encadrant-ISET : Mme. AMINA BANNOUR

Encadrant- Entreprise : M. MOHAMED JIHED BNE
SMIDA

Date de soutenance :

23/06/2022

PLAN

- ❑ INTRODUCTION
- ❑ CADRE DU PROJET
- ❑ ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE
- ❑ DIMENSIONNEMENT DE L'INSTALLATION
- ❑ ETUDE ÉCONOMIQUE
- ❑ CONCLUSION



Introduction

Cadre du projet

Etude
bibliographique

Dimensionnement

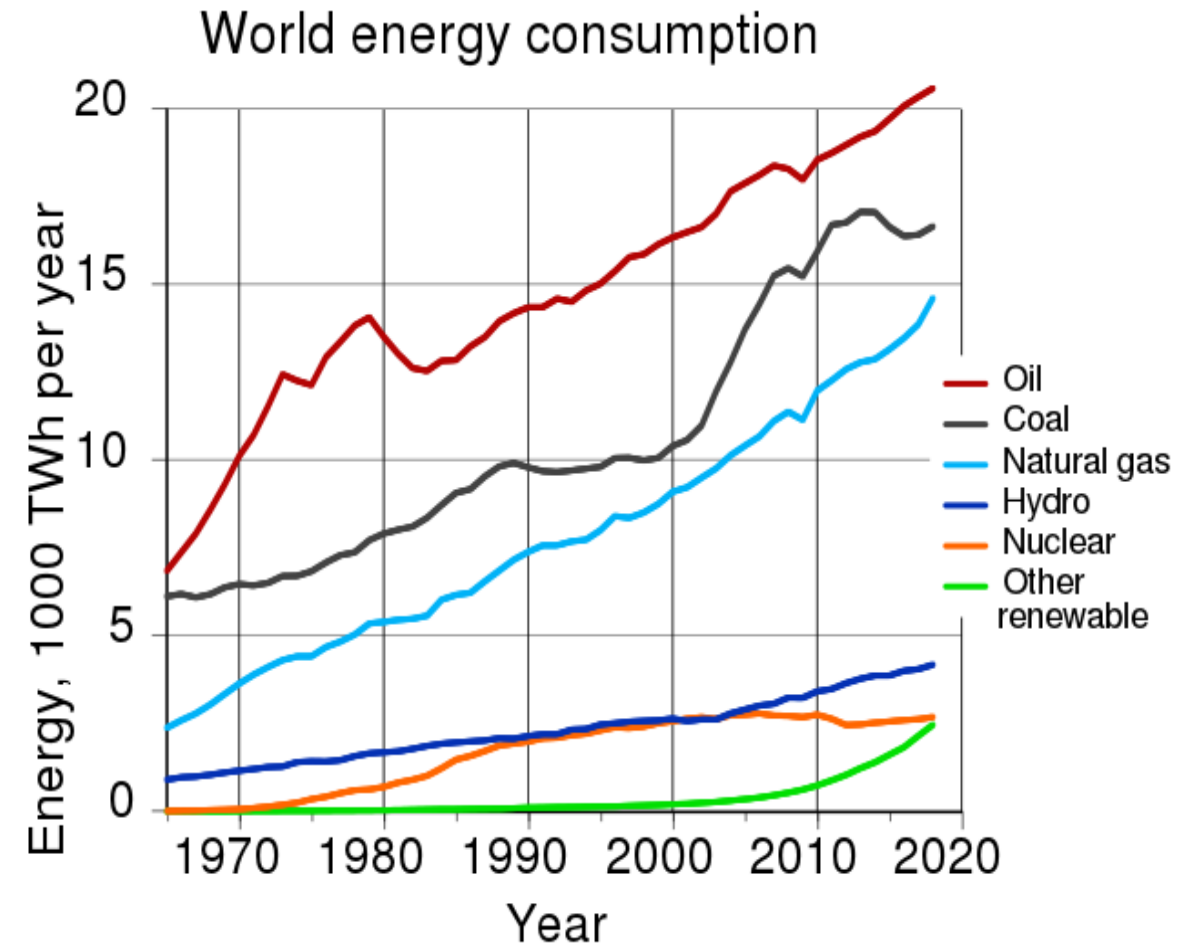
Etude économique

Conclusion



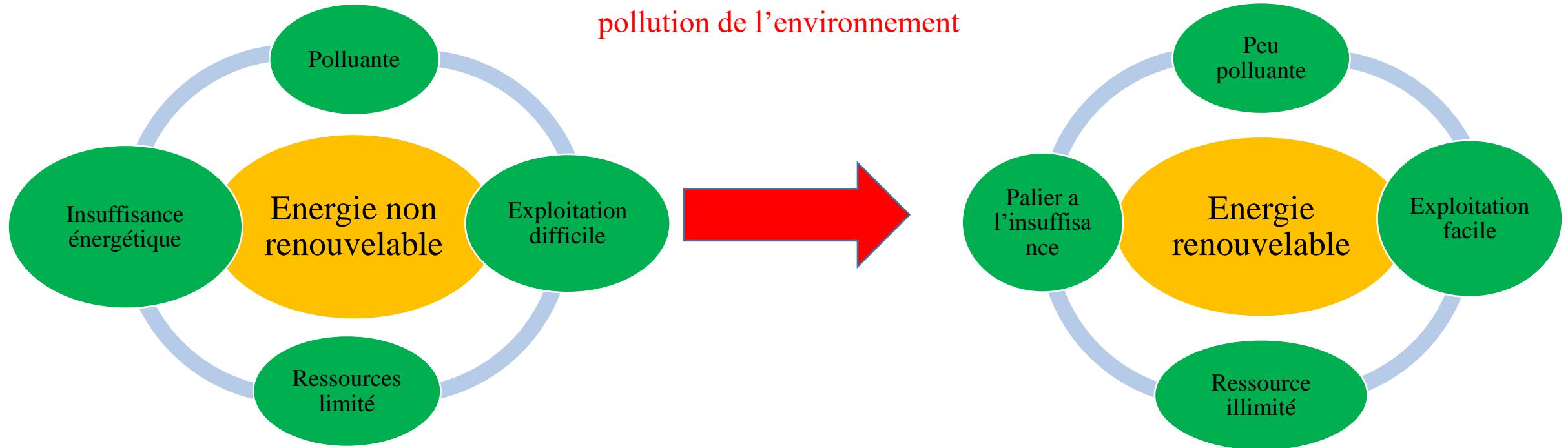
Introduction

- La consommation globale énergétique augmente au cours des années
- Cette consommation provient majoritairement des énergies non renouvelables
- Ces énergies non renouvelables sont insuffisantes vis-à-vis de la forte demande énergétique





Alternative face a l'insuffisance et la pollution de l'environnement



Introduction

Cadre du projet

Etude
bibliographique

Dimensionnement

Etude économique

Conclusion

cadre du projet

- ☐ **Présentation de la société**
- ☐ **Présentation générale du projet**

Présentation de la société

- **Nom : CIPEM (CHEMICAL INDUSTRIAL PETROLEUM ENGINEERING MANAGEMENT) ;**
- **Date de création : elle a été créée en 2013**

Siège sociale	Immeuble CYRYS LE GRAND 24 rue Cyrus Le grand le passage
Site web	www.cipem.com.tn
Mail	cipem@cipem.com.tn
Tel/fax	00216 98 645 545 00216 71 254 978

Domaine d'activité

- **Génie électrique;**
- **Étude de la faisabilité de projets ;**
- **FEED (Front End Engineering Design) ;**
- **Assistance technique ;**
- **SGI (Services Généraux d'Ingénierie).**

Présentation générale du projet

Problématiques :

Nous sommes appelé a mettre en place une centrale photovoltaïque dans la ville de Tataouine précisément à El Borma pour assurer la fourniture d'électricité dans une station d'extraction de pétrole.

Cahier de charges :

- **Mettre en place l'éclairage de 2000w pendant 8h par jour;**
- **Mettre en place un système de contrôle de 1000w pendant 21h par jour;**
- **Mettre en place un système de communication de 1000w pendant 24h par jour;**
- **Mettre en place un système d'incendie de 1200W pendant 12h par jour;**
- **Mettre en place une pompe de 1500W pendant 24h par jour;**
- **Mettre en place une vanne d'isolateur de 500W pendant 1h par jour;**
- **Mettre en place un séparateur de 5000W pendant 24h par jour**

Introduction

Cadre du projet

Etude
bibliographique

Dimensionnement

Etude économique

Conclusion

Etude bibliographique

- ☐ **Les énergies renouvelables**
- ☐ **Système photovoltaïque dans un site isolé**

Energies renouvelables

Energie
solaire

Energie
hydraulique

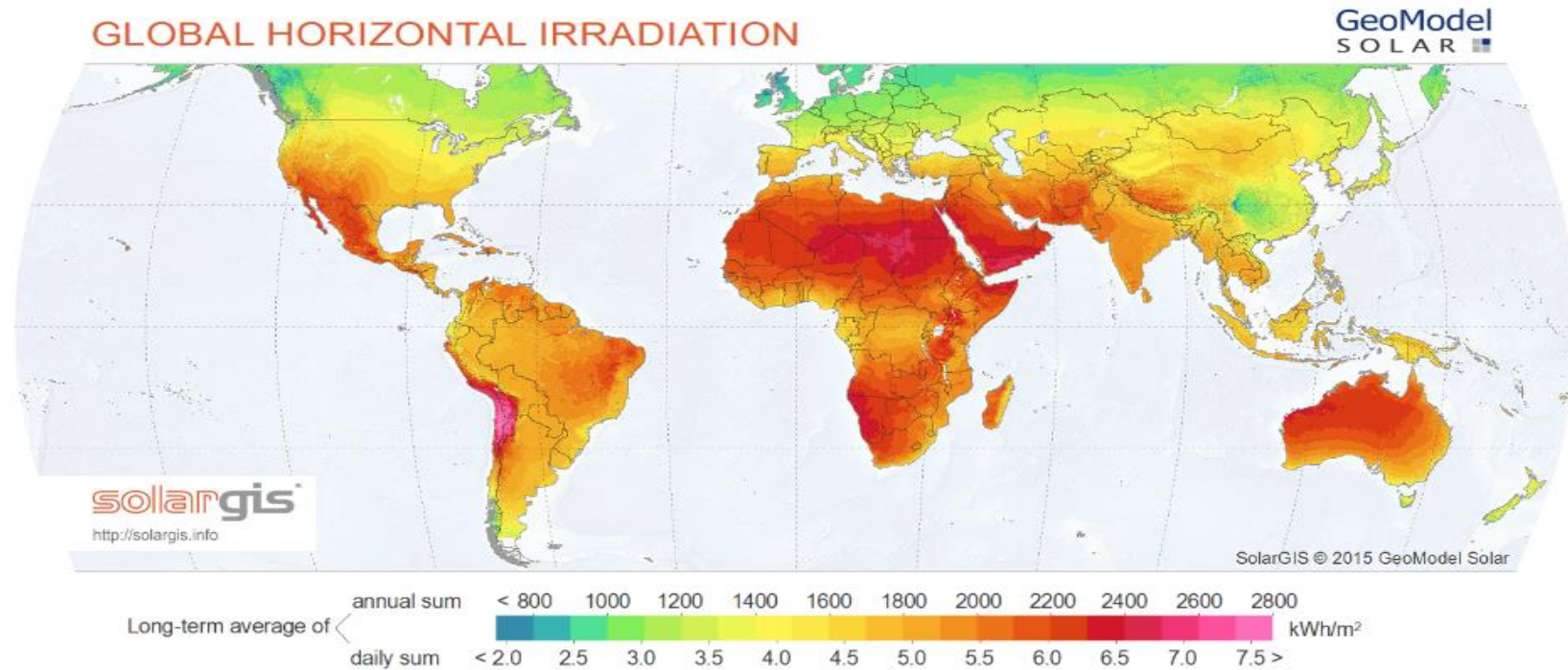
Energie
éolienne

Energie
géothermique

Energie
Biomasse

De par nos recherche on a constaté que :

- L'énergie solaire apparait comme une solution miracle , surtout dans les zones extrêmement ensoleillés tels que le continent africain
- Dans le cas de l'énergie solaire, La quantité d'énergie reçue par la terre est 5 fois supérieure à la totalité des consommations énergétique des humaines



- Contrairement aux autres continents, l'Afrique bénéficie en abondance de cette source naturelle qui est le soleil
- Cependant cette ressource est mal exploitée par rapport aux autres continents qui malgré leurs faible disponibilité d'irradiation solaire arrive à mieux en profité

Introduction

Cadre du projet

Etude
bibliographique

Dimensionnement

Etude économique

Conclusion

Système photovoltaïque dans un site
isole

Composants du
système PV

Principe de
fonctionnement

Utilités et inconvénients

Introduction

Cadre du projet

Etude bibliographique

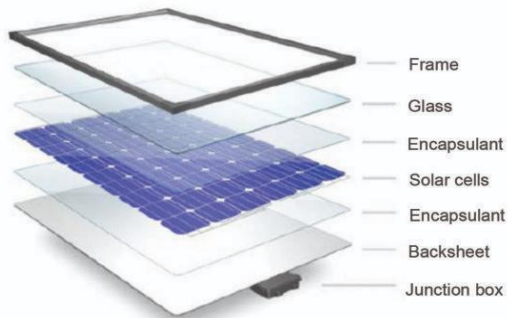
Dimensionnement

Etude économique

Conclusion

Système photovoltaïque dans un site isolé

Composants du système PV



Modules photovoltaïques



Batterie de stockage



Régulateur de charge



Convertisseur DC/AC ou onduleur

Introduction

Cadre du projet

Etude
bibliographique

Dimensionnement

Etude économique

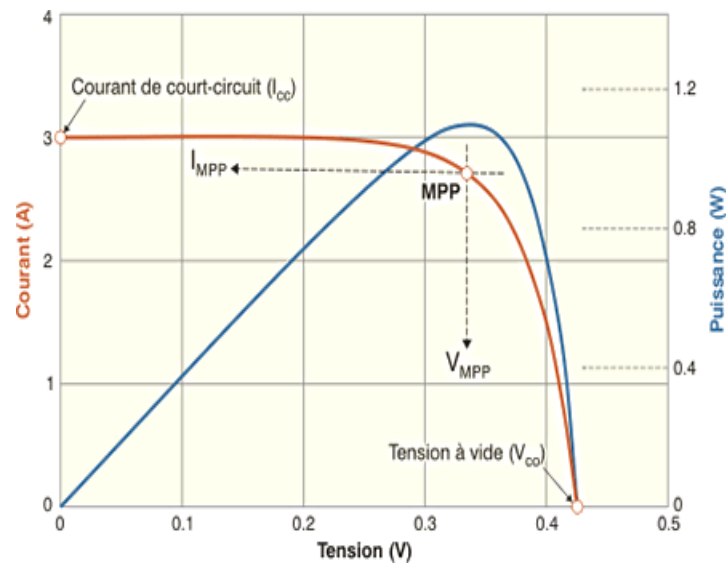
Conclusion

Système photovoltaïque dans un site isolé

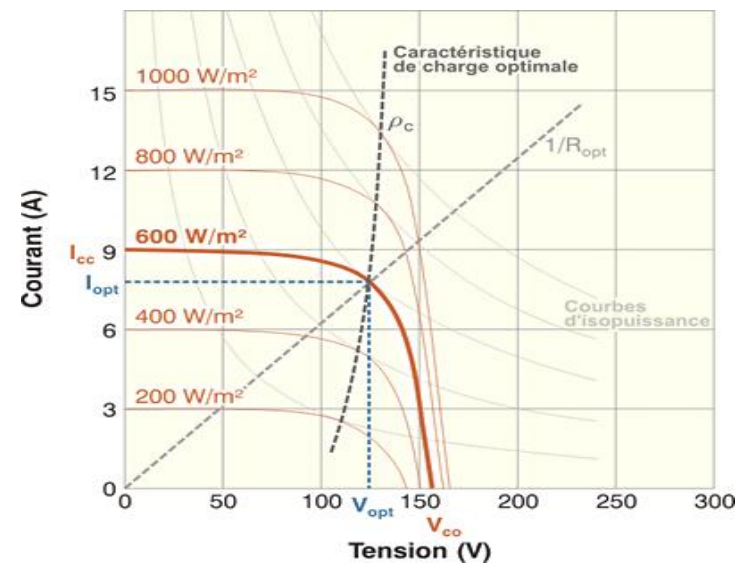
Caractéristiques des modules

Le montage en série augmente la tension et le montage en parallèle augmente le courant

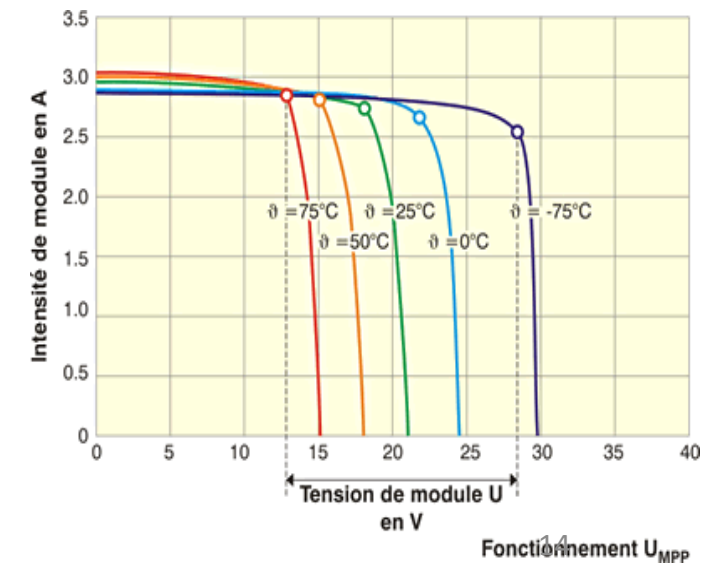
Caractéristiques électriques



Influence de l'éclairement



Influence de la température





Système photovoltaïque dans un site isolé

Support et emplacement des modules

Support

Il assure :

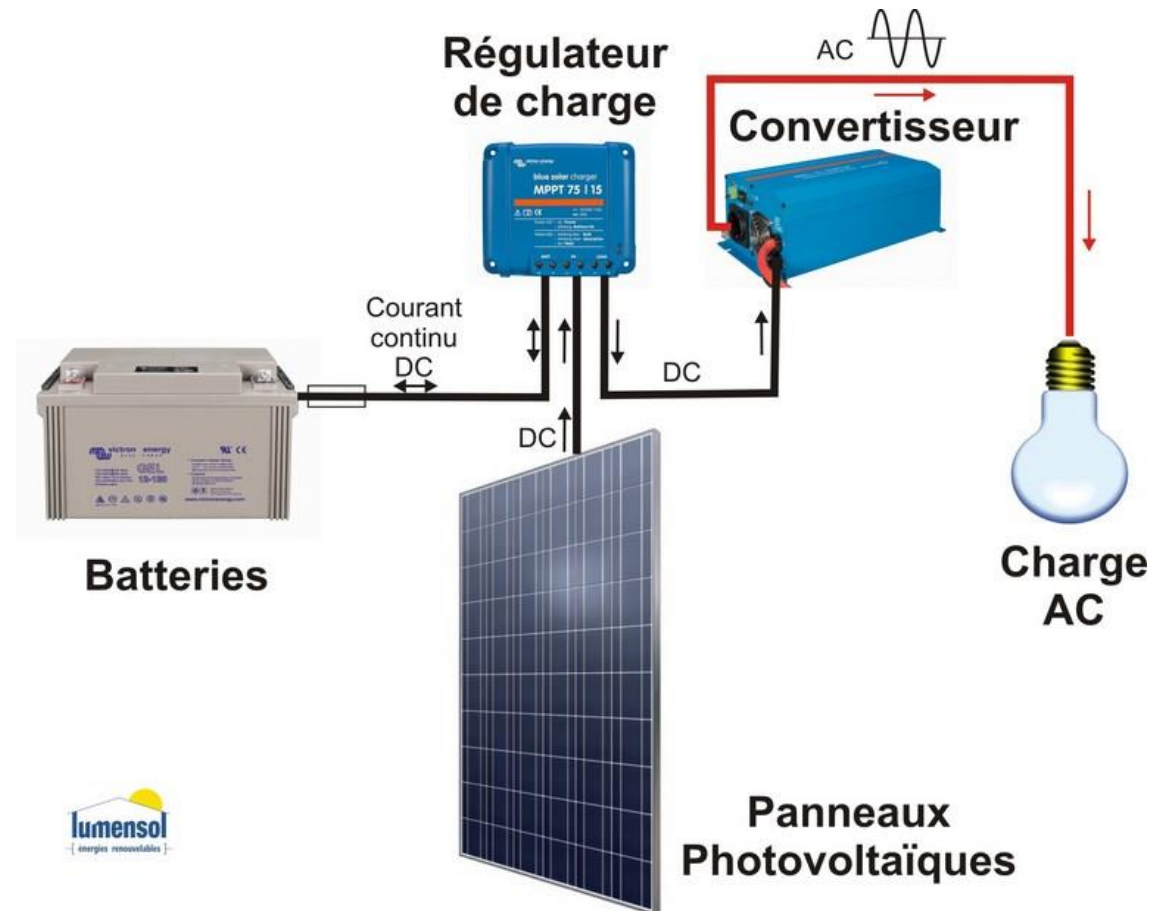
- la protection des modules
- L'orientation des modules
 - L'inclinaison

Son choix est très important pour optimiser la production des modules PV

Emplacement

**Soit sur les toits de maison
Soit sur terre ferme**

Système PV dans un site isolé

Principe de
fonctionnement

Système PV dans un site isolé

Utilités et inconvénients

Utilités

- Il permet d'avoir une consommation d'électricité qui provient d'énergies renouvelables
- Il permet de réduire la pollution car les composants des panneaux photovoltaïques sont recyclables
- Il permet d'avoir une autonomie face aux fournisseurs d'électricité et l'augmentation annuelle des tarifs de l'électricité.

inconvénients

- Les performances obtenues dépendent du programme solaire, de la météo et du calendrier
- La production de panneaux photovoltaïques nécessite beaucoup d'énergie et utilise souvent des sources d'énergie non renouvelables comme le charbon
- La principale critique est le coût d'investissement élevé par kilowatt obtenu,

Introduction

Cadre du projet

Etude
bibliographique

Dimensionnement

Etude économique

Conclusion

Dimensionnement de l'installation photovoltaïque

- ☐ **Etapes de dimensionnements**
- ☐ **Mise en pratique des données**
- ☐ **Entretien de l'installation**

Les étapes de dimensionnement

- **Détermination de la consommation énergétique**
- **Évaluation de l'énergie solaire récupérable**
- **Dimensionnement du générateur PV**
- **Dimensionnement du parc de batterie**
- **Dimensionnement du régulateur**
- **Dimensionnement de l'onduleur**
- **Dimensionnement des câbles électrique et les dispositifs de protections**

**Détermination de consommation
énergétique**

$$Et = \sum Ei = \sum Pi \times Ni$$



$$Et = (2000 \times 8) + (1000 \times 24) + (12000 \times 12) + (1000 \times 21) \\ + (5000 \times 24) + (1500 \times 24) + (500 \times 1)$$



$$Et = 339500 \text{ Wh/jour}$$

Annuelle : 123.91MWH
Mensuelle : 10.18MWH
Journalière : 339500WH

Evaluation de l'énergie solaire récupérable

Le site :
Latitude:31.54°N
Longitude:9.84°N
Altitude : 311m

$$P_{ch} = \frac{E_t}{I_r \times K} \times E$$



$$P_{ch} = \frac{339500}{5.08 \times 0.8} \times 1$$



$$P_{ch} \geq 83538.38 \text{ Wc}$$



$$P_{ch} = 83600 \text{ Wc}$$

Dimensionnement du générateur photovoltaïque

**Nous avons des modules bifaciales de technologies monocristallins
Avec $P_c=550W_c$**

$$\eta = \frac{P_{ch}}{S \times E}$$



$$\eta = \frac{83600}{395.03 \times 1000}$$

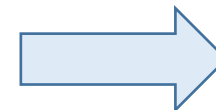


$$\eta = 21\%$$

$$Nm = \frac{P_{ch}}{P_c}$$



$$Nm = \frac{83600}{550}$$



$$Nm = 152 \text{ modules}$$



Dimensionnement du générateur photovoltaïque

Pour assurer l'obtention des paramètres précédents
Afin de se rapprocher des conditions STC en toutes saisons

Il faut :

- Une orientation des modules vers le sud azimut = 0
 - Une inclinaison de 30°

Dimensionnement du parc de batterie

Nous avons choisie la batterie au lithium de 2000Ah
La tension du parc = 96 V

$$C = \frac{Et \times Nj}{V \times PDD}$$



$$C = \frac{339500 \times 6}{96 \times 0.8}$$



$$C = 26523.43 \text{ Ah}$$

$$Ns = \frac{Vt}{V_{unit}}$$

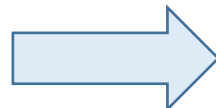


$$Ns = \frac{96}{48}$$



$$Ns = 2$$

$$Np = \frac{C}{C_{unit}}$$



$$Np = \frac{26523.43}{2000}$$



$$Np = 13$$

Introduction

Cadre du projet

Etude
bibliographique

Dimensionnement

Etude économique

Conclusion

Dimensionnement du régulateur

$$N = \frac{V_{MPPT}}{V_{oc}}$$

$$N = \frac{I_{max MPPT}}{I_{sc}}$$

Nous avons opté pour un onduleur hybride

Introduction

Cadre du projet

Etude
bibliographique

Dimensionnement

Etude économique

Conclusion

Dimensionnement de l'onduleur

Conditions

Choix

$P_{ond}(DC) > P_{ch}$
 $U_{ond} > U_{chaine\ max}$
 $I_{ond} > I_{chaine}$



2 onduleurs MPPT de 30KW dont
45KW en DC
Avec 4 MPPT

Dimensionnement de l'onduleur

Pour respecter la compatibilité on doit avoir la configuration suivante:
8 chaines de 19 modules en série

Vérification:

$$P_{ch} = 83600 W_c$$

$$P_{ch} < P_{ond} 90000 W$$

$$U_{max \text{ chaine}} = 19 \times 52,1 = 997,69 V$$

$$U_{max} < U_{ond} (1000V)$$

$$I_{max} = 13,78 A$$

$$I_{max \text{ chaine}} < I_{mppt \text{ max}} (26A)$$

On peut alors opté pour cette solution

Dimensionnement des câbles

Câbles côté DC

Conditions à respecter:
 Courant admissible en fonction de
 la section
 La chute de tension maximale de
 3%

$$S = \frac{\rho \times L \times I_{\max}}{\Delta U}$$

emplacement	Longueur	Section	Chute de tension
Champ PV - onduleur	20m aller retour	4mm ²	$\Delta U\% = 0,15\%$
Batterie - onduleur	10m aller retour	10mm ²	$\Delta U\% = 0,7\%$

Dimensionnement des câbles

Câbles côté AC
Longueur = 5m

Conditions à respecter:
Courant admissible en fonction de
la section
La chute de tension maximale de
3%
Les coefficients de corrections K

$$S = \frac{b}{U} \left(\rho \times \frac{L}{\Delta u} \times \cos \varphi + \lambda \times L \times \sin \varphi \right) \times I$$

Section	Résultats	Chute de tension
Phase	25 mm ²	$\Delta U\% = 0,07\%$
Neutre	16 mm ²	
Terre	16 mm ²	

Appareils de protections



Interrupteur sectionneur



Fusible



Parafoudre DC



Parafoudre AC

*Disjoncteur différentiel**Disjoncteur
magnétothermique*

Appareils de protections

appareils	Conditions	Choix	Vérification
Fusible	$.4I_{sc} < I_n (\text{fusible}) < 2I_{sc}$	$I_n = 20A$	$I_n = [19,29-27,56]$
Sectionneur	$I_{sec} > I_{max \text{ chaine}}$ $U_{sec} > U_{max \text{ chaine}}$	$I_{sec} = 25A$ $U_{sec} = 1000V$	$I_{max \text{ chaine}} = 13,78 \text{ V}$ $U_{max \text{ chaine}} = 997,69 \text{ V}$
Parafoudre DC	$U_{max \text{ parafoudre}} > U_{max \text{ chaine}}$	$U = 1050V$	$U_{max \text{ chaine}} = 997,69 \text{ V}$
Disjoncteur magnétothermique	$I_n \geq I_{max \text{ onduleur}}$	$I_n = 50A$	$I_{max \text{ ond}} = 47,9$
Disjoncteur différentiel	$I \Delta n \leq \frac{U_L}{Ra}$	$I \Delta n = 30mA$	$\frac{U_L}{Ra} = 50mA$
Parafoudre AC	$U_c > 1.1 \times V$	$U_c = 275 \text{ V}$	$1,1 \times V = 253$

Introduction

Cadre du projet

Etude
bibliographique

Dimensionnement

Etude économique

Conclusion

Résultat de simulation



Bienvenue dans PVsyst 7.1

Conception de projet et simulation



Couplé au réseau



Isolé avec batteries



Pompage

Utilitaires



Bases de données



Outils



Données mesurées

Variante



Nouveau



Sauver



Importer



Réordonner



Supprimer



N° de Variante

VCO : Nouvelle variante de simulation

Paramètres principaux

☒ Orientation

☒ Besoins utilisateur

☒ Système

☒ Pertes détaillées

Optionnel

☒ Horizon

☒ Ombrages proches

☒ Evaluation économique

Simulation



Lancer la simulation



Simulation avancée



Rapport



Résultats détaillés

Résultats principaux

Type de système

Système isolé avec
batteries

Production du système

143 MWh/an

Productible

1713 kWh/kWc/an

Indice de performance

0.392

Production normalisée

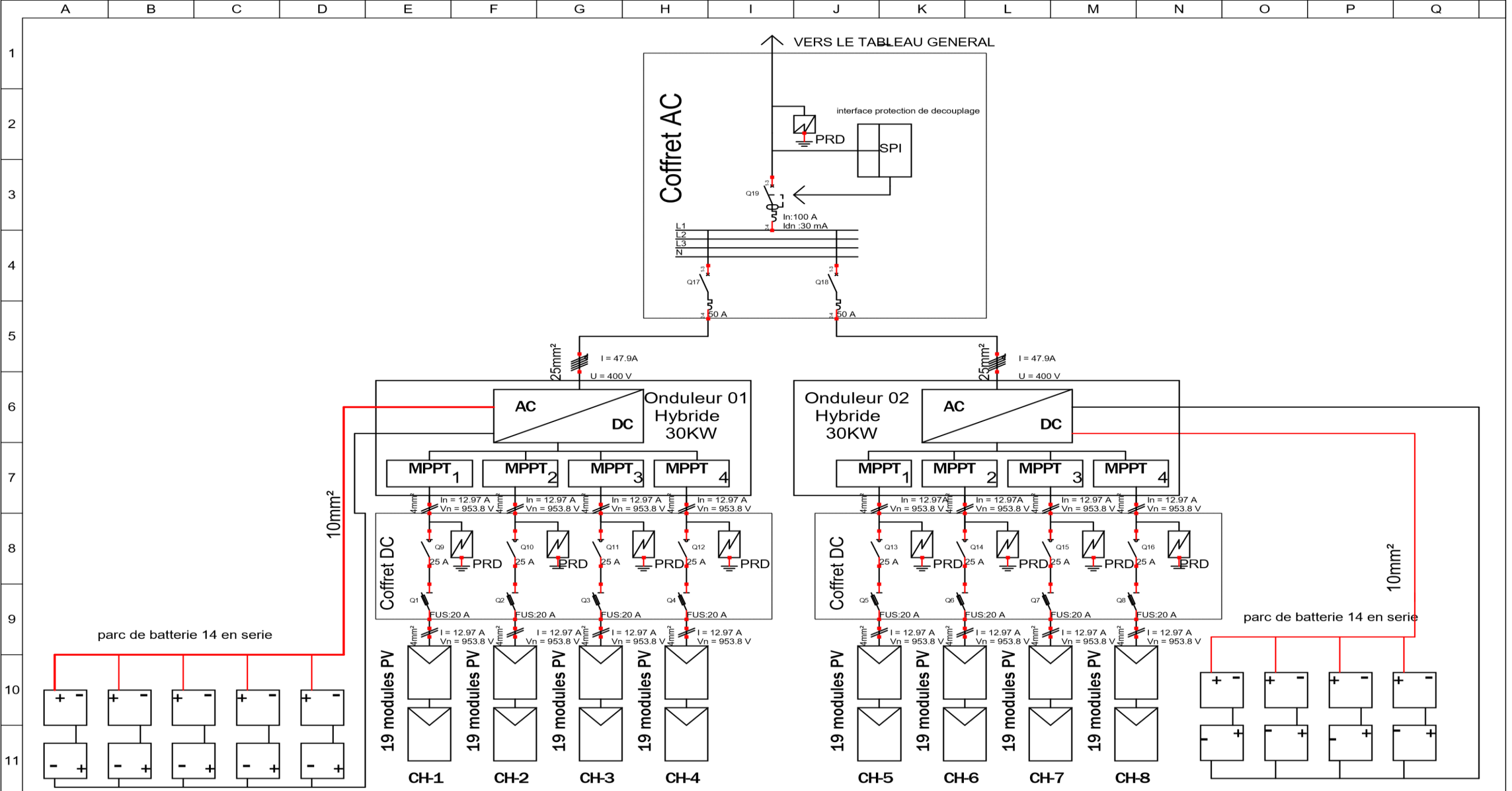
2.22 kWh/kWc/jour

Pertes champ

3.02 kWh/kWc/jour

Pertes système

0.42 kWh/kWc/jour



Introduction

Cadre du projet

Etude
bibliographique

Dimensionnement

Etude économique

Conclusion

Entretien du système



**Notre choix a été reposé sur un
robot de nettoyage de chez AX
SYSTÈME
Pour l'entretien des modules**

Introduction

Cadre du projet

Etude
bibliographique

Dimensionnement

Etude économique

Conclusion

Etude économique

- ☐ Estimation du coût de notre installation
- ☐ Rentabilité de l'installation

Introduction

Cadre du projet

Etude
bibliographique

Dimensionnement

Etude économique

Conclusion

Etude économique

Estimation du coût de
l'installation

Liste des matériaux et dépenses

Modules photovoltaïques

Batteries

Onduleur hybride

Câbles

Dispositifs de protection

Dispositif d'entretien

Main d'œuvre

Import des matériaux

- Pour assurer notre installation il nous faut une somme minimale approximative de 154800 DT

Etude économique**Rentabilité de notre
installation**

On va chercher à savoir au bout de combien d'années nous allons recouvrir notre investissement initial

On va produire 143000 KWh/an

1KWh=0,21 DT

$143000 \times 0.21 \times 6 = \mathbf{180180 \text{ DT}}$ (coût d'exploitation net sur 6 ans)

$$180180 \text{ DT} > 154800.6 \text{ DT}$$

On peut donc faire un retour sur investissement à partir de la 6^{ème} année ;

Introduction

Cadre du projet

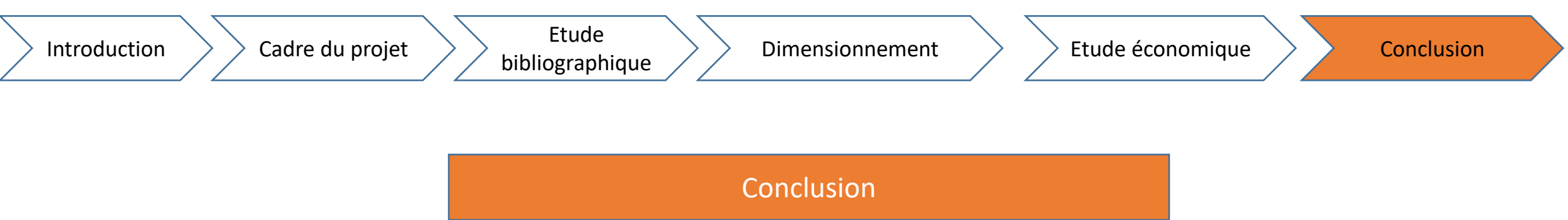
Etude
bibliographique

Dimensionnement

Etude économique

Conclusion

Conclusion



- On conclut que la monnaie courante de toute étude d'énergie renouvelable est la sécurité et la rentabilité.
- Dans notre démarche d'étude nous avons essayé de respecter toutes les contraintes et les normes existantes.
- Ce projet de fin d'étude a été une occasion pour nous de mettre en application les connaissances théoriques acquises pendant le cycle de notre formation afin de pouvoir satisfaire le besoin d'électricité de la station.
- Il était pour nous d'une part l'occasion de tirer profit de l'expérience des personnes du domaine et d'autre part d'apprendre une méthodologie rationnelle à suivre pour élaborer un projet de ce type .
- De plus une occasion pour nous de mieux maîtriser l'outil informatique en l'occurrence les logiciels

**MERCI DE
VOTRE
ATTENTION**

