



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

جامعة وهران 2 محمد بن أحمد
Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed

معهد الصيانة و الأمن الصناعي
Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle

Département de Sécurité Industrielle et Environnement

MÉMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Sécurité Industrielle

Spécialité : Sécurité Industrielle et Environnement

Thème

**Étude d'impact de la station solaire sur
l'environnement**

Présenté et soutenu publiquement par :

ALLALI MOHAMMED AMINE

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Grade	Etablissement	Qualité
Mr BOUHAFS MOHAMMED	MCA	Univ d'Oran 2/IMSI	Président
Mr TAHRAOUI MOHAMMED	MAA	Univ d'Oran 2/IMSI	Encadreur
Mm SERAT FATIMA ZOHRA	MCB	Univ d'Oran 2/IMSI	Examinateur

Année 2020/2021

REMERCIEMENTS

D'abord merci à l'ALLAH le Tout-puissant de nous avoir donné le courage, la volonté et la patience de mener à terme ce présent travail.

On tient à remercier Mr, TAHRAOUI MOHAMMED Maître de conférences à l'université de Oran 2, institut de maintenance et de sécurité industrielle qui a accepté la charge de notre travail, et on lui exprime particulièrement toute notre reconnaissance pour nous avoir fait bénéficier de ses compétences scientifiques, ses qualités humaines et sa constante disponibilité.

Nous adressons également nos remerciements, à tous nos enseignants, qui nous ont donné les bases de la science, nous remercions très sincèrement, les membres de jury d'avoir bien voulu accepter de faire partie de la commission de jury.

Un grand merci à l'ingénieur Mm, BELHACHI AMINA Qui m'a aidé dans ce travail, je lui souhaite de réussir dans sa vie.

Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements à tous nos proches et amis, qui nos ont toujours soutenue et encouragée au cours de la réalisation de ce mémoire.

Merci à tous et à toutes.

Dédicace

C'est avec profonde gratitude et sincères mots, que nous dédions ce modeste travail de fin d'étude à :

Nos chers parents, pour leurs sacrifices, et leurs conseils judicieux

Nous espérons qu'un jour, nous pourrons leurs rendre un peu de ce qu'ils ont fait pour nous, que dieu leur prête bonheur et longue vie.

Nous dédions aussi ce travail, à nos frères et sœurs, nos familles, nos amis et à tous ceux qui nous sont chers.

Table des matières

Introduction générale :	3
Chapitre I : Choix du lieu de la station :	5
1. Présentation du promoteur du projet :	5
1.1. Présentation de SKTM :	5
1.2. Présentation de Electric Gmbh	6
2. Présentation du bureau d'études	6
3. Analyse des alternatives éventuelles des différentes options du projet :	7
3.1. Motivations du projet	7
3.2. Critères du choix du site	8
3.3. Critères du choix de la technologie	9
3.3.1. Choix de la technologie des panneaux photovoltaïques :	9
3.3.2. Choix du type d'installation :	10
4. Délimitation de la zone d'étude	11
5. Description de l'état initial du site	11
5.1. Situation du projet	11
5.2. Relief :	14
5.3. Géologie, lithologie et pédologie	14
5.4. Hydrogéologie, Hydrographie, Hydrologie	16
5.5. Climat :	17
5.5.1. Précipitations :	17
5.5.2. Températures :	18
5.5.3. Enneigement :	19
5.5.4. Gelées :	19
5.5.5. Les vents :	19
5.6. Aspects Floristiques :	19
5.7. Aspects faunistiques :	23
5.7.1. Les oiseaux	23
5.7.2. Les mammifères	25
5.7.3. Les reptiles	25
5.7.4. Les arthropodes	25
5.8. Aspects socio-économiques	27
5.8.1. Répartition de la population :	27
5.8.2. Economie	27
Chapitre II : étude de la station complète :	29

1. La description détaillée des différentes phases du projet :	29
1.1. Description du projet	29
1.1.1. Caractéristiques techniques du projet.....	29
1.1.2. Description de l'installation, des locaux techniques et des aménagements annexes :	30
1.1.2.1. Les panneaux solaires :	31
1.1.2.2. Les SKID	31
1.1.2.3. Le poste de livraison	32
1.1.2.4. Le Poste de commande	32
1.1.2.5. Le Poste de Garde.....	32
1.1.2.6. Les guérites.....	33
1.1.2.7. La clôture.....	33
1.1.2.8. Le Réseau électrique interne.....	33
1.1.2.9. Voies de circulation.....	33
1.2. Description de la phase de construction	34
1.2.1. Préparation du site	34
1.2.2. Montage des unités photovoltaïques	34
1.2.3. Raccordement électrique	40
1.3. Description de la phase d'exploitation	40
1.4. Description de la phase post exploitation :	41
Chapitre III : transformation d'énergie solaire :	43
1 Définition :	43
2 Source d'énergie	43
3 Système dispersé PROCESSUS de production d'électricité PV :	43
4 Composition du système PV :	43
5 Effet photovoltaïque :	44
6 Descriptif :	45
6.1 Descriptif du bloque 2 MW :	45
6.2 Structure porteuse :	46
6.2.1 Panneaux photovoltaïque :	46
6.2.1 Caractéristique du panneau :	46
6.2.2 Raccordement des panneaux	47
6.2.3 Données technique des fusibles :	47
6.2.3.1 Caractéristiques des fusibles : GPV (Fusibles-PV).....	47
6.2.4 Caractéristique câbles	49
6.2.5 Câbles principale DC :	49
6.3 SKID :	50
6.3.1 Central Box :	51

6.3.1.1 Spécifications techniques des centrales Box :	51
6.3.2 La connexion des branches CC	52
6.3.2.1 La connexion électrique interne	52
6.3.2.2 Connexion de branche CC aux cosses vissées.....	54
6.3.3 Onduleurs.....	54
6.3.4 Boite auxiliaire :.....	55
6.3.5 SONSER BOX :	56
6.3.6 Transformateur de puissance :.....	57
6.3.7 Transformateur auxiliaire SBA	58
6.4 Poste de livraison PDL :	60
6.5. Contrôle commande :	64
6.6 .SMU (SCADA MAIN UNIT)	65
6.7 EIU Extension Input Unit	66
6.8 Fibre Optical Box	66
6.9 Les batteries :	66
Chapitre IV : Histoire de l'énergie solaire :.....	67
1 L'imaginaire solaire au cours du XIXe siècle	67
3 Dans l'Antiquité	67
4 Au XIXe siècle	68
5 Au XIXe siècle	69
6 Énergie solaire électrique.....	69
7 Apparition de la photovoltaïque et première utilisation dans le cadre de la course de l'espace.....	69
8 Premières utilisations sur terre	70
9 Photovoltaïque dans les pays en développement	71
10 Progrès récents du photovoltaïque.....	71
Chapitre V : étude d'impact :	73
1. Evaluation des impacts prévisibles du projet :	73
1.1. Démarche d'identification et d'évaluation des impacts utilisée :	73
1.2. Identification et évaluation des impacts.....	74
1.2.1. Phrase de constrictio n	74
1.2.2. Phase d'exploitation (fonctionnement) :.....	82
1.2.2.1. Impacts liés aux activités.....	82
1.2.2.2. Impacts liés à la nature de l'installation :	84
1.2.3. Impacts liés à la phase de démantèlement :	85
1.2.4. Autres impacts positifs.....	88

1.2.4.1. Impacts environnementaux :	88
1.2.4.2. Impact socio-économique :	89
1.3. Estimation des catégories et des quantités de résidus, d'émissions et de nuisances :	90
1.3.1. Phase de construction :	90
1.3.1.1. Production de déchets :	90
1.3.2. Phase d'exploitation	91
1.3.2.1. Production des déchets :	91
1.3.3. Phase de démantèlement :	92
1.3.3.1. Production de déchets :	92
1.4. Mesures de suppression, réduction et compensation mise en œuvre	93
1.4.1. Mesure de réduction de l'emprise au sol du projet :	93
1.4.2. Mesure de réduction de l'imperméabilisation du sol :	94
1.4.3. Mesure de réduction de tassement du sol :	94
1.4.4. Mesures de réduction de la perturbation de la faune et la flore :	94
1.4.5. Mesure de réduction de l'assèchement ou de l'érosion du sol :	95
1.4.6. Mesure de réduction des effets optiques :	96
1.4.7. Mesure de réduction de l'effet de barrière.....	96
1.4.8. Mesure de suppression de la pollution du sol.....	97
1.4.9. Mesure de réduction de la production de déchets	97
1.5. Plan de gestion de l'environnement.....	98
1.5.1. Suivi des nuisances sonores et rejets atmosphériques :	98
1.5.2. Suivi des mesures de prévention de la pollution du sol :	98
1.5.3. Suivi de la consommation d'eau :	98
1.5.4. Suivi des mesures de protection de la faune et la flore.....	98
1.5.5. Suivi des mesures de gestion les panneaux solaires :	99
Chapitre VI : maintenance de la station :	100
1- Définitions :	100
2. Les Objectives	102
3Caractéristiques des biens.....	102
3.1. Fiabilité :	102
3.2. Maintenabilité :	102
3.3. Durée de fonctionnement :	102
3.4. Disponibilité :	102
3.5. Durée de vie :	103
4. Les défaillances	103
4.1. Défaillance partielle :	103

4.2. Défaillance complète :	103
4.3. Causes de défaillance :	103
5 Les méthodes de maintenances	103
5.1 Maintenance préventive	103
5.1.1 But de la maintenance préventive :	104
5.1.2 Inspection visuelle	104
5.1.3. Nettoyage	106
5.2 MAINTENANCE CORRECTIVE	107
5.3 LA MAINTENANCE CONDITIONNELLE	107
6 Les niveaux de maintenance	108
7 Les Types d'Intervention :	110
8 Maintenance des Composants d'un système PV	110
8.1 Le Site	110
8.2 Modules	111
8.2.1. Contrôle mécanique des modules	111
8.2.2. Contrôle électrique des modules :	111
8.3. Le régulateur	112
8.3.1. Contrôle mécanique du régulateur :	112
8.3.2. Contrôle du fonctionnement du régulateur :	112
8.4. Onduleur :	112
8.4.1. Contrôle mécanique de l'onduleur :	112
8.4.2. Contrôle du fonctionnement de l'onduleur	113
8.5. LA BATTERIE :	113
8.5.1. Entretien :	113
8.5.1.1. Vérification de la locale batterie	113
8.5.1.2. Vérification des éléments de batterie :	113
8.5.2. Réajustement des niveaux avec de d'eau distillée :	114
8.5.3. LES PANNES DES BATTERIES	114
8.5.3.1. CHARGE D'ÉGALISATION.	115
8.5.3.2. LES CAUSES DES PANNES	115
Conclusion générale :	116
Autres	118
Bibliographie :	118
Annexe	Erreur ! Signet non défini.

Les Tableaux:

Tableau 1 : Inventaire des installations classées prévues dans le projet Erreur ! Signet non défini.

Tableau 2 : Précipitations moyennes mensuelles (mm)	18
Tableau 3 : Répartition saisonnières des précipitations (mm).....	18
Tableau 4 : Valeurs moyennes mensuelles des températures (en °C)	18
Tableau 5 : Type de climats en fonction des Amplitudes thermiques	18
Tableau 6 : Répartition de la superficie forestière et Alfatière (Ha) au 31/12/ 2013	20
Tableau 7 : liste des oiseaux recensés dans la commune de Naâma	23
Tableau 8 : Estimation de la population par dispersion au 31/12/2013	27
Tableau 9 : Répartition des terres agricoles (Ha) au 31/12/2013	28
Tableau 10 : Répartition du cheptel par communes au 31/12/2013	28
Tableau 11 : Répartition des éleveurs par communes 31/12/2013	28
Tableau 12 : Répartition des immatriculations (en activité) au centre de registre de commerce au 31/12/2013	29
Tableau 13 : Estimation de la population active au 31/12/2013	29
Tableau 14 : skid transformateur	58
Tableau 15 : Critères d'évaluation et échelle de cotation des effets	73
Tableau 16 : Critères d'évaluation et échelle de cotation des impacts	74
Tableau 17 : Identification et évaluation des effets et impacts environnementaux de la phase de construction.....	75
Tableau 18 : Identification et évaluation des effets et impacts environnementaux de la phase d'exploitation	82
Tableau 19 : Identification et évaluation des effets et impacts environnementaux de la phase d'exploitation	84
Tableau 20 : Identification et évaluation des effets et impacts environnementaux de la phase post d'exploitation	85
Tableau 21 : Identification et évaluation des effets et impacts environnementaux de la phase post d'exploitation (suite et fin).....	87
Tableau 22 : Identification et quantification des déchets de la phase construction.....	90
Tableau 23 Identification et quantification des déchets de la phase exploitation	91
Tableau 24 : Identification et quantification des déchets de la phase construction.....	92

Les Figures:

Figure 1 : Module poly cristallin (à gauche) et monocristallin (à droite)	9
Figure 2 : La wilaya de Nâama dans la région	12
Figure 3 : carte d'emplacement du projet	13
Figure 4 : Carte des pentes de la wilaya de Naâma.....	14
Figure 5 : Carte lithologique de la wilaya de Naâma.....	15
Figure 6 : Carte des ressources hydrographiques de la zone d'étude	17
Figure 7 : Etat initial du site.....	21
Figure 8 : Indicateurs de présence : terriers de la gerboise et éventuellement d'autres espèce	26
Figure 9 : Types d'engins nécessaires sur le chantier	35
Figure 10 : Tranchées et implantation des porteurs dans les fondations.....	36
Figure 11 : Montage des structures porteuses	37
Figure 12 : Montage et installation des modules sur la structure porteuse	38
Figure 13 : Raccordement des modules.....	39
Figure 14 : Installation d'un local technique	39
Figure 15 : Source d'énergie	43
Figure 16 Schéma de la centrale de production d'électricité PV	44
Figure 17 : Vu en coupe de sous bloque de 2 MW cc	46
Figure 18 : Fusible de chaine.....	47
Figure 19 : Connecteur à perforation d'isolant pour les lignes aériennes isolées :	48
Figure 20 : Schéma unifilaire de raccordement des chaines	48
Figure 21 : SKID	50
Figure 22 : Station d'onduleurs SKID – Connexion électrique interne	52
Figure 23 : boîtier central	53
Figure 24 : Les branches CC sont connectées aux cosses vissées des bases de fusibles NH1.	54
Figure 25 : Le rôle du son sert boxe est de centraliser et traité tous les données parvenu du skid et par la suite les envoyer au Scada main unit	57
Figure 26 : Cellule modulaire avec fonction d'arrivée ou départ, équipée d'un interrupteur sectionneur à trois positions.....	60
Figure 27 Vu de face du poste MT	61
Figure 28 : Schéma global du système control commande.....	64
Figure 29 : Communication d'installation pour la surveillance et la commande mondiale de l'installation photovoltaïque.....	65
Figure 30 : Schéma de processus	67
Figure 31 : Schéma des fondations avec pieux battus lesté de plots en béton	94
Figure 32 : Schéma d'une centrale au sol avec 10 rangées de 4 modules Canadian Solar 15.....	95
Figure 33 : système constructif avec interstices inter modules photovoltaïques	96
Figure 34 : fonctionnement de PV Cycle.....	97
Figure 35 : Principaux équipements constituant une centrale photovoltaïque.....	101
Figure 36 : Système anti intrusion et Distribution du courant (DC – AC) de vidéosurveillance	101
Figure 37 : Les Objectives	102
Figure 38 : Les éventuelles fuites à travers les défauts d'isolation	104

Introduction générale :

Les énergies renouvelables (ou EnR) désignent un ensemble de moyens de produire de l'énergie à partir de sources ou de ressources théoriquement illimitées, disponibles sans limite de temps ou reconstituables plus rapidement qu'elles ne sont consommées.

On parle généralement des énergies renouvelables par opposition aux énergies tirées des combustibles fossiles dont les stocks sont limités et non renouvelables à l'échelle du temps humain : charbon, pétrole, gaz naturel... Au contraire, les énergies renouvelables sont produites à partir de sources comme les rayons du soleil, ou le vent, qui sont théoriquement illimitées à l'échelle humaine.

Les énergies renouvelables sont également désignées par les termes « énergies vertes » ou « énergies propres ». Le faible impact environnemental de leur exploitation en fait un élément majeur des stratégies RSE des entreprises en matière de développement durable.

Énergie solaire photovoltaïque Désigne l'énergie récupérée et transformée directement en électricité à partir de la lumière du soleil par des panneaux photovoltaïques. Elle résulte de la conversion directe dans un semi-conducteur (le silicium, le CdTe, l'AsGa, le CIS, etc.) d'un photon en électron.

Outre les avantages liés à l'absence de maintenance des systèmes photovoltaïques, cette énergie répond parfaitement aux besoins des sites isolés et dont le raccordement au réseau électrique est trop onéreux. L'énergie solaire photovoltaïque est également appelée énergie photovoltaïque.

L'effet photovoltaïque a été découvert en 1839 par Antoine Becquerel, grand père de Henri Becquerel qui découvrit en 1896 la radioactivité

Le projet, objet de la présente étude d'impact sur l'environnement, concerne la création d'une centrale électrique d'une puissance de 19,92 MW située à Sedrat Loghzal, commune de Naâma, Wilaya de Naâma.

La centrale produira du courant électrique à partir de l'énergie solaire à l'aide de panneaux photovoltaïque en silicium poly cristallin et injectera directement l'énergie produite dans le réseau Sonelgaz. Le stockage de l'énergie n'est pas prévu.

Ce projet entre dans le cadre de la mise en œuvre du programme national des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique [1], élaboré en mars 2011, qui prévoit d'installer une puissance d'origine renouvelable de près de 22 000 MW entre 2011 et 2030.

La société SKTM spa filiale **Sonelgaz** est la propriétaire et l'exploitant du projet. La construction de cette nouvelle centrale a été confiée, par la procédure d'appel d'offre international, à la société **BELECTRIC GmbH** qui dispose d'une longue expérience dans le domaine. Certaines installations prévues dans ce projet sont visées par la nomenclature des établissements classés pour la protection de l'environnement fixée par le décret exécutif n°07-144 du 19 mai 2007.

Par ailleurs, le projet prévoit des raccordements internes par câbles électriques de 30kV. Ce câblage interne peut être assimilé à la construction de lignes électriques d'une capacité comprise entre vingt (20) et soixante-neuf (69) kV visée par l'annexe II, portant liste des projets soumis à notice d'impact, du décret exécutif n°07-145 du 19 mai 2007 déterminant le champ d'application, le contenu et les modalités d'approbation des études et des notices d'impact sur l'environnement.

Les textes réglementaires précités prescrivent une notice d'impact pour ce projet, cependant, l'examen de l'arrêté interministériel du 6 février 2011 relatif aux procédures applicables en matière d'instruction et de délivrance du permis de construire des ouvrages d'énergie électrique et gazière, notamment son article 7, nous montre que la délivrance du permis de construire des ouvrages de production d'électricité est tributaire, entre autres, de la réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement, visée et approuvée par les services compétents du ministère chargé de l'environnement.

En application des dispositions de l'arrêté susvisé, la présente étude d'impact sur l'environnement a été réalisée

Chapitre I : Choix du lieu de la station :

1. Présentation du promoteur du projet :

Le projet de cette nouvelle centrale photovoltaïque est la propriété de l'entreprise SKTM spa.

La construction de la centrale a été confiée à l'entreprise BELECTRIC GmbH suite à une opération d'appel d'offre internationale.

1.1. Présentation de SKTM :

Shariket Kahraba wa Taket Moutadjadida, par abréviation SKTM, est une société de production d'électricité conventionnelle pour réseaux isolés du sud et des Energies Renouvelables pour le territoire national.

SKTM est une société par actions avec un capital d'un milliard de dinars algériens souscrit en totalité par Sonelgaz et dont le siège social est situé à Ghardaïa. Elle a été créée le 21/02/2013.

➤ La création de l'entreprise a été motivé par :

- Les spécificités de gestion du parc de production Diesel du RIS (réseau isolé du sud) et les attentes considérables des populations du sud en matière de continuité et de qualité de service.
- La volonté de concrétiser l'ambitieux programme national de développement des Energies Renouvelables.
- L'objectif de permettre à la Société de Production d'Electricité (SPE/ Sonelgaz) de se concentrer sur les grands défis propres au réseau interconnecté.

Les activités de SKTM peuvent être résumées comme suit :

- SKTM est chargée, principalement de l'exploitation des réseaux d'énergie électrique isolés du sud (production d'électricité en conventionnel) et des énergies renouvelables.
- Du développement des infrastructures électriques du parc de production des Réseaux Isolés du Sud, de l'Engineering, de la maintenance et de la gestion des centrales électriques relevant de son champ de compétence.
- SKTM a la charge d'assurer la commercialisation de l'énergie produite pour les deux filiales de la Distribution SDO et SDC, et prochainement pour SDE et SDA après le déploiement des En sur les réseaux interconnectés.
- SKTM peut engager toutes opérations de quelques natures qu'elles soient financières, commerciales, industrielles, civiles, immobilières se rattachant à cet objet social et de nature à favoriser, son développement, notamment par l'acquisition de tous équipements, matériels, pièces ou installations techniques liés à son activité et à tous procédés et savoir-faire pouvant se rattacher à l'objet social.
- SKTM est chargée du respect des obligations de service public en matière de régularité et de qualité de fourniture d'électricité.

1.2. Présentation de Electric GmbH

Le groupe Electric a été créé en 2002, à Kolitzheim en Allemagne. A ce jour, le groupe emploie 1750 personnes à travers le monde, et a construit plus de 160 parcs solaires et 2700 toitures solaires. Le groupe installe actuellement plus de 2 MW par jour à travers le monde. L'objectif d'Electric est l'intégration de 100% du savoir-faire et des compétences techniques de chacune des étapes de la réalisation d'un parc photovoltaïque.

Les équipes d'ingénieurs et techniciens pluridisciplinaires de BELECTRIC interviennent dans tous les domaines du photovoltaïque et développent les technologies innovantes qui forment le socle d'un avenir énergétique respectueux de l'environnement.

Avec plus de 100 brevets déposés depuis 2001, BELECTRIC démontre un sens élevé de l'innovation.

Enfin, BELECTRIC Drive relie désormais concrètement énergie solaire et électro-mobilité en proposant des bornes de recharges alimentées par des systèmes photovoltaïques.

BELECTRIC dispose aussi :

- d'un centre de recherche et développement : Société Adensis
- de ses propres usines de fabrication de composants : Juchen Technologie – Padcon

GmbH (Structure bac acier, câble + système d'intégration, boîte DC, borne de recharge, système de télésurveillance)

- d'une société de transport :(12 camions gros volumes) : Jmk Logistique
- d'une société spécialisée dans l'électro mobilité : BELECTRIC Drive (Bornes de recharges pour véhicules électriques)

2. Présentation du bureau d'études

L'étude d'impact sur l'environnement du projet a été réalisée par le Centre National des Technologies de Production plus Propre "C.N.T.P.P".

Le CNTPP est un Etablissement Public à Caractère Industriel et Commercial, créée par Décret Exécutif n°02-262 du 17 août 2002 et placée sous la tutelle du ministre chargé de l'environnement.

Dans le cadre de la mise en œuvre de la politique nationale en matière de protection de l'environnement, notamment pour la réduction des formes de pollution et de nuisance industrielles à la source, le CNTPP est chargé de :

- Promouvoir, sensibiliser et vulgariser le concept de développement des technologies de production plus propre ;
- Assister et soutenir les projets d'investissement dans des technologies de production plus propre ;
- Fournir aux industries toutes les informations relevant de ses attributions, dans leurs démarches en vue de l'amélioration des procédés de production, par l'accès aux technologies plus propres et de l'obtention des certifications y afférentes, le cas échéant ;

- Développer la coopération internationale dans le domaine des technologies de production plus propre.

Le centre assure une mission de service public en matière d'évaluation du passif environnemental du secteur industriel et en matière de réalisation d'études relatives aux actions de mise à niveau des industries.

Le CNTPP dispose d'une longue expérience en matière d'élaboration des études réglementaires notamment les études d'impacts et les études de dangers. Il réalise actuellement une cinquantaine d'étude par an. Parmi ses réalisations nous citons :

- Des études d'impact sur l'environnement au profit du Consortium Allemand CENTROTHERM/ KINETICS pour le projet d'usine de fabrication de cellules photovoltaïque sis à Rouïba/Alger, des entreprises FRIGOMEDIT, MAGROS de la Wilaya d'Ain Defla, du Groupe FLAVEUR, SEAAL, etc.
- Des audits environnementaux au profit de la société KNAUF Plâtre de la Wilaya d'Oran ,de la compagnie électronique 'BOMARE COMPANY' de la Wilaya d'Alger, de la Société des Mines de Fer d'Algérie 'SOMIFER' du Groupe PHERPHOS, de la Sarl Parfums EL Wouroud de la Wilaya d'El Oued, de la Société Algérienne de Sacs Enduits plastique s'SASACE Spa' de la Wilaya d'Alger, du Groupe Flash Algérie, Spa de la Wilaya d'Alger, de la Société Alger-Européenne du Médicament et du Matériel Médical 'SOMEDIAL Spa' de la Wilaya d'Alger, de la Sarl El Walid /Emballages de la Wilaya d'El Oued,
- Des études de dangers au profit des entreprises précitées ainsi que d'autres entreprises elles que la Sarl TANGO de la Wilaya d'Alger, des Moulins de Sidi Alissa du Groupe ERIAD-Sétif, de la Wilaya de M'Silla

3. Analyse des alternatives éventuelles des différentes options du projet :

3.1. Motivations du projet

Ce projet s'inscrit dans le cadre de la mise en œuvre du programme national des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique approuvé en mars 2011. Ce programme consiste à installer une puissance d'origine renouvelable de près de 22 000 MW entre 2011 et 2030 dont 12 000 MW seront dédiés à couvrir la demande nationale en électricité, soit 40% de la consommation nationale, et 10 000 MW à l'exportation.

Le potentiel national en énergies renouvelables étant fortement dominé par le solaire, l'Algérie considère cette énergie comme une opportunité et un levier de développement économique et social, notamment à travers l'implantation d'industries créatrices de richesse et d'emplois. Comparativement, les potentiels en éolien, en biomasse, en géothermie et en hydroélectricité sont beaucoup moins importants.

Aujourd'hui, les besoins énergétiques de l'Algérie sont satisfaits, presque exclusivement, par les hydrocarbures, notamment le gaz naturel, énergie la plus disponible. Il n'est donc fait appel aux autres formes d'énergie que lorsque le gaz ne peut pas être utilisé. A long terme, la reconduction du modèle national de consommation énergétique actuel peut rendre problématique l'équilibre offre-demande pour cette source d'énergie.

Les niveaux des besoins en gaz naturel du marché national seraient de l'ordre de 45 milliards de m³ en 2020 et 55 milliards de m³ en 2030. A ces besoins s'ajoutent les volumes dédiés à l'exportation dont les revenus contribuent au financement de l'économie nationale.

De même, la production d'électricité devrait se situer entre 75 à 80 TWh en 2020 et entre 130 à 150 TWh en 2030. L'intégration massive du renouvelable dans le mix énergétique constitue en ce sens un enjeu majeur en vue de préserver les ressources fossiles, de diversifier les filières de production de l'électricité et de contribuer au développement durable.

Toutes ces considérations justifient la forte intégration, dès aujourd'hui, des énergies renouvelables dans la stratégie d'offre énergétique à long terme.

L'énergie solaire photovoltaïque est une source d'énergie non polluante. Modulaires, ses composants se prêtent bien à une utilisation innovante et esthétique en architecture. Elle offre également l'avantage d'un faible coût de maintenance des systèmes photovoltaïques. La stratégie énergétique de l'Algérie repose sur l'accélération du développement de l'énergie solaire. Le gouvernement prévoit le lancement de plusieurs projets solaires photovoltaïques d'une capacité totale d'environ 800 MW d'ici 2020. D'autres projets d'une capacité de 200 MWc par an devraient être réalisés sur la période 2021-2030.

3.2. Critères du choix du site

Le site du projet de Nâama a été choisi sur la base des critères économiques, technologiques et environnementaux suivants :

- La Préservation de la biodiversité par l'absence de sites protégés. Le site protégé le plus proche étant situé à 40 km dans la commune d'Aïn Ben Khelil. Il s'agit d'Oglat ed Daira qui est une zone humide classé RAMSAR ;
- Ensoleillement favorable au développement d'un parc photovoltaïque : Nâama bénéficie d'un ensoleillement de 1800 kWh/kW/an. La moyenne annuelle de l'irradiation globale inclinée à la latitude du lieu, mesurée, est de 6738 Wh/m² [2] ;
- Facilité de raccordement au réseau électrique par la présence d'un poste source situé à proximité du site ;
- Disponibilité du foncier : le terrain affecté au projet n'est pas une propriété privée ;
- Accessibilité, le site bénéficie d'un accès direct sur une le chemin de wilaya CW n°1 reliant Naâma à Aïn Ben Khelil. Cette voirie est large et entretenue facilitant l'aménagement et l'entretien du parc ;
- Protection contre les risques naturels grâce à l'absence d'aléa sur le site ;
- Création des emplois locaux liés au développement des filières énergies renouvelables et à l'exploitation des ressources locales.

3.3. Critères du choix de la technologie

3.3.1. Choix de la technologie des panneaux photovoltaïques :

La composante dominante du projet de parc de production d'énergie solaire concerne les panneaux photovoltaïques, résultant de l'assemblage de plusieurs modules, eux-mêmes constitués de plusieurs cellules. Les panneaux photovoltaïques seront répartis linéairement sur toute la surface disponible sur des tables d'assemblage. Des infrastructures annexes de petite dimension Les technologies existantes pour la fabrication des cellules photovoltaïques sont réparties en deux catégories :

- Les technologies « couche épaisse » ou « cristalline » qui utilisent des cellules plates de 150 à 200 μm d'épaisseur. La matière première est le silicium, semi-conducteur abondamment présent sur la croûte terrestre et dans le sable. C'est le matériau de base de près de 95% de la production mondiale de modules, dont l'écrasante majorité à travers les filtres poly cristallines et monocristallines (Cf. figure 1) :
- ✓ Le silicium poly cristallin (mc-Si) : à lui seul plus de 57% du marché mondial, il offre un rendement intéressant (11 à 16%) pour des coûts de fabrication modérés.
- ✓ Le silicium monocristallin (sc. Si) : environ 30 % du marché, son rendement est supérieur au silicium poly cristallin (13 à 19%), mais sa fabrication à partir de minerai est plus délicate et donc plus coûteuse. s (SKID, poste de livraison) viendront compléter les installations.

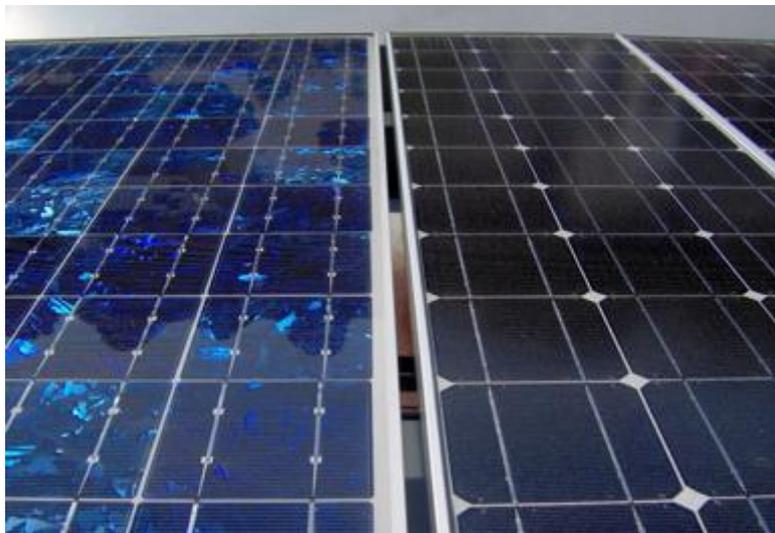


Figure 1 : Module poly cristallin (à gauche) et monocristallin (à droite)

- Les technologies "couches minces" sont fondées sur l'utilisation de couches extrêmement fines de quelque microns d'épaisseur et consistent à déposer sous vide sur un substrat (verre, métal, plastique, ...) une fine couche uniforme composée d'un et plus souvent de plusieurs matériaux réduits en poudre.

Les technologies les plus courantes aujourd'hui produites industriellement sont :

- ✓ le Tellurure de Cadmium (Cd Te), qui présente l'avantage d'une très grande stabilité dans le temps et d'un coût modéré
- ✓ le Cuivre/Indium/Sélénium (CIS), le Cuivre/Indium/Gallium/Sélénium (CIGS) elle Cuivre/Indium/Gallium/Diséléride/Disulphide (CIGSS), qui présentent les rendements les plus élevés parmi les couches minces mais à un coût plus élevé
- ✓ l'Arséniure de Gallium (Ga-As) dont le haut rendement et le coût très élevé conduisent à en réserver l'usage essentiellement au domaine spatial Toutes confondues, ces filières représentent près de 5% du marché photovoltaïque mondial actuel (données d'Août 2012).

Enfin, le silicium amorphe (a-Si) est une variante "couches minces" : à peine plus de 3% du marché, son rendement est bien inférieur à celui des filières cristallines (6%) mais son coût est nettement plus bas. Il est prioritairement utilisé pour les toutes petites puissances nécessaires aux objets portables (montres, calculatrices...) et pour fabriquer des modules plus ou moins souples que l'on trouve notamment sur les bâches de couverture.

Les modules projetés utilisent la technologie dite « poly cristalline » (à base de silicium en couche épaisse) car ils offrent un bon rendement à coût modéré. En outre, ces modules photovoltaïques sont recyclables et ne présentent aucun danger pour les êtres humains, les animaux et l'environnement dans des conditions normales d'utilisation ou en cas d'incidents prévisibles.

3.3.2. Choix du type d'installation :

Les installations photovoltaïques sont constituées d'alignements de panneaux montés sur des châssis en bois ou en métal. Les installations fixes se distinguent des installations mobiles.

- Les installations fixes : les installations sont orientées au sud selon un angle d'exposition choix en fonction de la topographie locale (15° dans le cas du projet).
- Les installations mobiles ou orientables : les installations mobiles, appelées suiveurs ou « trackers », sont équipées d'une motorisation leur permettant de suivre la course du soleil pour optimiser leur exposition et donc leur rendement. Elles nécessitent un investissement et un entretien plus importants pour une productivité supérieure. Les suiveurs permettent d'augmenter, à puissance équivalente, la production d'électricité. Le gain net, déduction faite des consommations nécessaires pour faire fonctionner les moteurs de rotation, peut atteindre 30%. Dans le cas du projet, l'installation choisie est du type fixe. Ce choix est basé sur les considérations suivantes :
- Dans la zone du projet « zone 7 » l'ensoleillement étant élevé, avec des structures fixes nous obtenons un fort rendement. L'utilisation d'installation mobile type Tracker ou Moves, de rendement supérieur, entraîne un surcoût qui n'est pas économiquement justifié.
- Les installations pivotantes présentent des taux d'utilisation de la surface (m²/kW) moyens à élevés. Les installations à deux axes avec environ 75 m²/kW sont près de trois fois plus volumineuses que les installations en rangées fixes [3].
- Les installations fixes nécessitent une faible maintenance en raison de l'absence démonteurs et de dispositifs pivotants.

4. Délimitation de la zone d'étude

En phase d'exploitation, une installation photovoltaïque ne génère pas de rejet dans l'air, ni des rejets dans l'eau et n'émet pas de bruits, il n'est donc pas possible de définir une ou des zones d'étude par rapport aux rayons d'impacts liés à ces effets.

Par ailleurs, le site du projet se situe dans la même unité écologique. Il s'agit de la steppe à Alfa et à sparte qui s'étend sur tout le territoire de la commune voire de la wilaya de Naâma.

Les limites de cette unité écologique ne peuvent pas être considérées comme limites de l'aire d'étude.

La délimitation de la zone d'étude a été basée sur le changement dans le paysage et le cadre naturel que le projet peut engendrer. L'aire d'étude correspond donc à la zone géographique dans laquelle le projet est potentiellement visible dans le paysage. L'expérience en Europe montre que les installations sont généralement visibles distinctement dans un rayon de 3 km au-delà duquel leur perception est celle d'un « motif en gris » [4]. En outre, la configuration, plane, du relief environnant n'occasionne pas des points de vue sur le site.

Nous définissons donc la zone d'étude comme étant la zone qui s'étend sur trois km des limites du site.

Pour les impacts socio-économiques, la zone d'étude considérée est la commune de Naâma qui constitue le bassin d'emploi pour ce projet.

5. Description de l'état initial du site

5.1. Situation du projet

Le projet est situé à 5 km à l'ouest de Naâma, agglomération chef-lieu de la commune de Naâma, Daïra de Naâma, Wilaya de Naâma. Sur le chemin de Wilaya n°1 reliant Naâma à Aïn Ben Khellil, agglomération chef-lieu de la commune d'Aïn Ben Khellil, située à 40 km.

Le projet est situé, en dehors des tissus urbains, au niveau d'une zone communément appelée Bled Ouled El Iredj à proximité de la zone dite Sedrat Loghzal.

➤ Il est délimité :

- Au nord par un terrain vague utilisé généralement comme zone de pâturage par les éleveurs de la région ;
- A l'est par un terrain vague marqué par le passage, à 300 m du site, d'une ligne électrique très haute tension et aussi par le passage sous-terrain, à 150 m du site, du gazoduc Maghreb- Europe. Ce terrain est également utilisé comme zone de pâturage par les éleveurs de la région.
- Au sud par un terrain vague le séparant du chemin de wilaya n°1 reliant Naâma à Aïn Ben Khellil ; ce terrain est marqué par le passage d'une ligne électrique moyenne tension
- A l'ouest par une exploitation agricole privée de culture de céréales La carte de la figure 2 montre la situation du projet dans son contexte régional La figure 3, extraite de la carte d'emplacement à l'échelle 1/50000ème jointe en annexe 1, montre l'emplacement du site par rapport aux zones urbaines les plus proches.

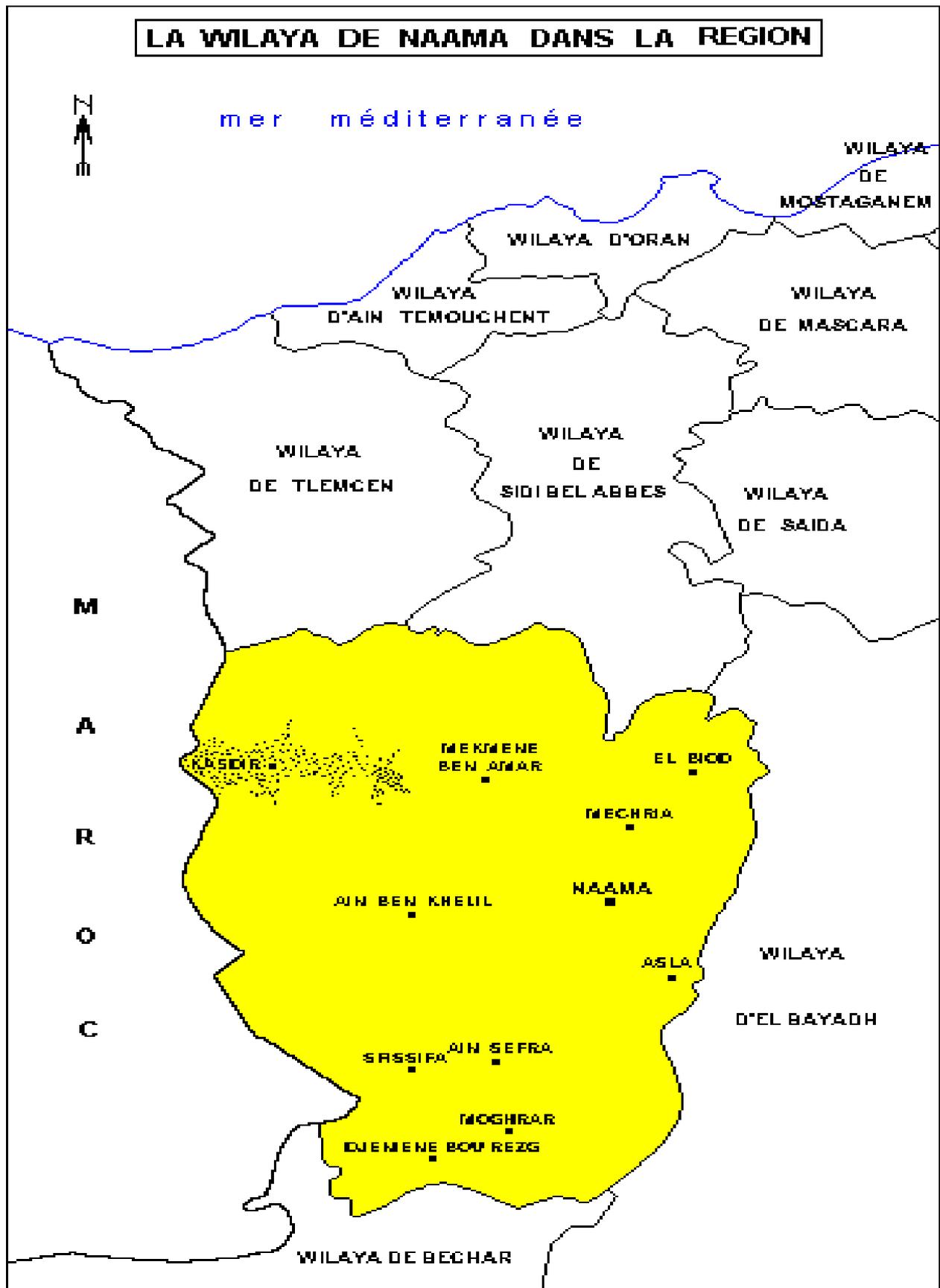


Figure 2 : La wilaya de Nâama dans la région



Figure 3 : carte d'emplacement du projet

5.2. Relief

Le relief dans la zone du projet, et plus généralement de la commune de Naâma, est caractérisé par la prédominance de vastes étendues de plateaux présentant une faible déclivité (inférieure à 3%) comme le montre la carte des pentes figure 4. Ces plateaux sont truffés de nombreuses petites cuvettes de dimension et d'origine différentes (Sebkha, Dayas, cuvettes hydro-éoliennes dénommées localement Mekmene, oglat ou haoud) dans lesquelles se perd un réseau hydrographique endoréique à éléments courts et inorganisés

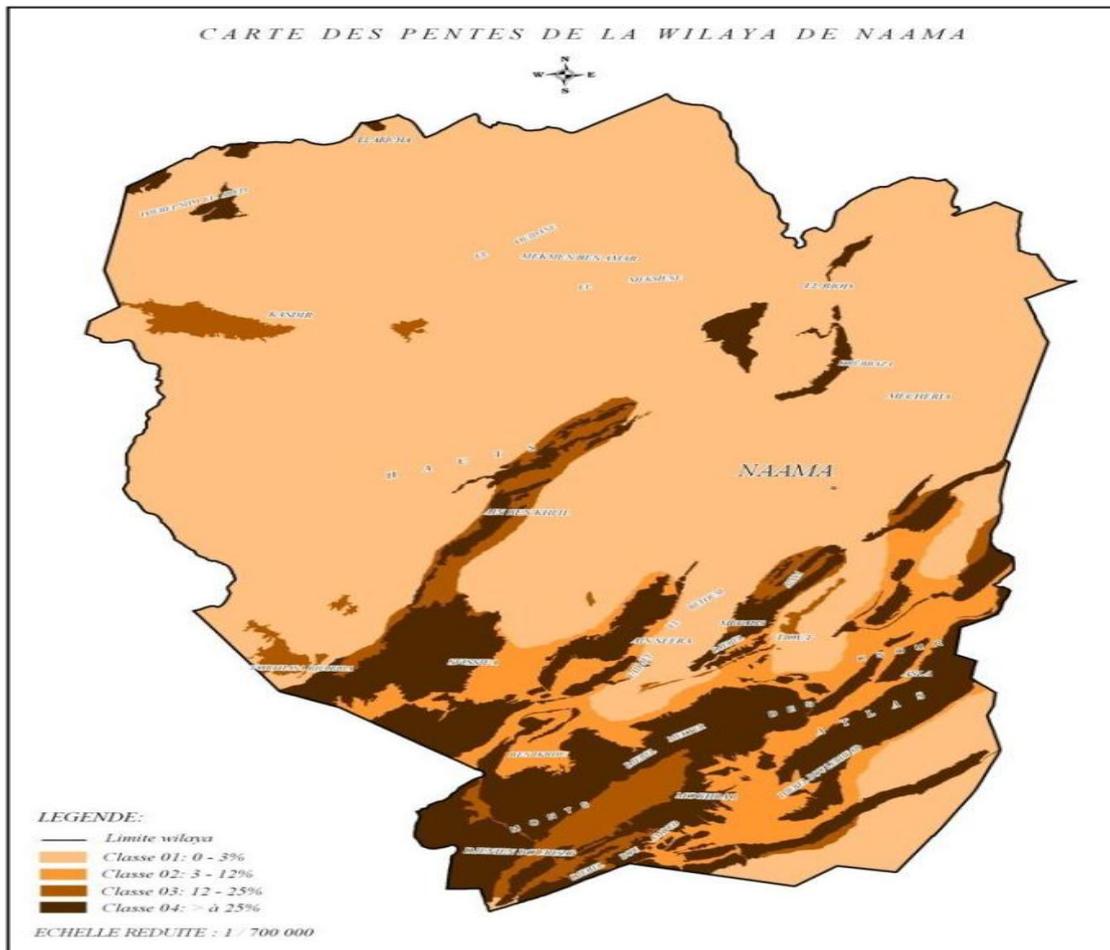


Figure 4 : Carte des pentes de la wilaya de Naâma

5.3. Géologie, lithologie et pédologie

Selon l'étude portant "plan d'aménagement du territoire de la wilaya de Nâama" réalisée, en 2009, par le CENEAP à l'indicatif de la direction de l'environnement, et le plan directeur d'aménagement et d'urbanisme de la commune de Naâma [7], la zone du projet est localisée au niveau de la dépression située entre AIN SEFRA et MECHERIA, limitée au nord-ouest par un alignement de petits djebels (Djebel Gaouloul, Djebel El Arar, Djebel Kerrouch, Djebel Guetob El Hamara...) dont les formations sont jurassiques, est occupée par des dépôts continentaux du pliocène et quaternaire.

En matière de lithologie et selon le Plan d'Aménagement de la Wilaya précité, la carte lithologique de la figure 5 montre que la répartition spatiale des différentes formations rencontrées est en rapport avec les caractéristiques morphologiques du territoire de la wilaya :

- Les hautes plaines (territoire nord de la wilaya), se distinguent par leurs encroûtements calcaires, parsemés par des formations alluvionnaires. Les alluvions sont principalement rencontrées au niveau des dépressions (chotts et dayas). C'est le cas de la zone du projet.
- Les monts des Ksour, couverts de calcaires et dolomies dures (roches résistantes l'érosion) associés à des encroûtements calcaires et alluvions dans leur partie ouest et à des marnes et alluvions dans leur partie est.
- La zone présaharienne, quant à elle est couverte d'alluvions et marnes

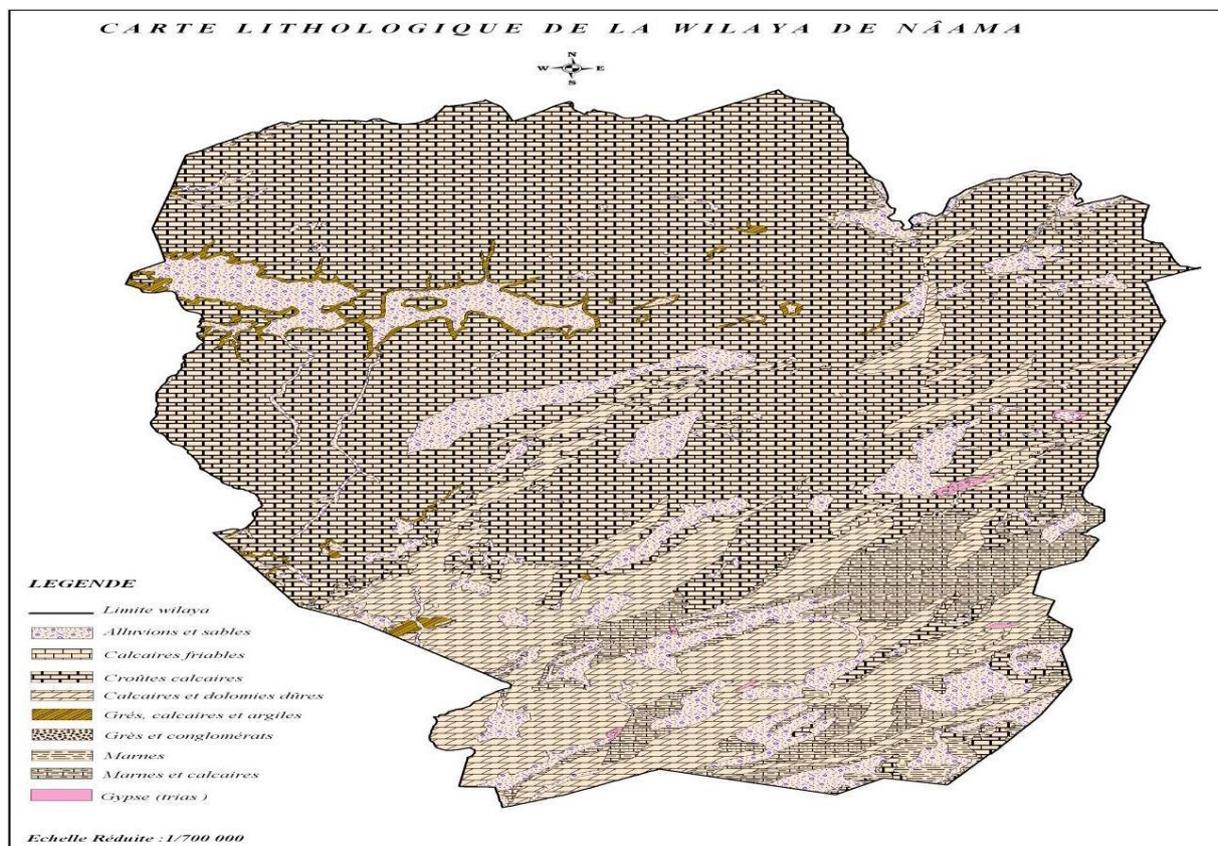


Figure 5 : Carte lithologique de la wilaya de Naâma

Tous les faciès présentés ci-dessus, à l'exception des calcaires et dolomies durs qui recouvrent une grande partie de la chaîne atlasique, sont des formations très sensibles à l'érosion, qu'elle soit hydrique ou éolienne. Par ailleurs, au regard de l'intensité des vents que connaît la wilaya, le processus d'érosion s'accroît avec la dégradation du couvert végétal.

En matière de pédologie, la zone du projet est située sur des sols calcinés magnésiques. Cette classe est représentée par plusieurs types de sols :

- Les sols minéraux bruts : représentés par les catégories suivantes :

- Les sols minéraux bruts d'apport alluvial : ils présentent une texture sableuse, une forte charge caillouteuse et leur profondeur est variable.
- Les sols minéraux bruts d'apport éolien : Ils sont constitués de sable et de dunes plus au moins mobiles. Ces sols sont occupés par une végétation Ps ammophile à Aristide Pougens et *Arthrophytum Solarium*.
 - Les sols peu évolués : représentée par les sols peu évolués d'érosion sur roche mère dure(calcaire et gré) ou tendre (marnes), présentant une proportion élevée d'éléments grossiers ,une forte charge caillouteuse et un faible taux de matière organique (<2%).
 - Les sols halomorphes : ils se localisent au niveau des zones de dépressions (Chott et sebkha) et des zones d'épandage des principaux oueds. Ces sols se développent sur des matériaux alluviaux à texture sablo-limoneuse, et ils se répartissent en auréoles autour des chotts et des sebkhas. Leur couvert végétal bien qu'homogène dans l'ensemble varie selon leur degré de salinité et leur taux d'humidité. Quand la salure est trop importante la végétation compose d'espèces hyper-halophytes (*Halocnemum strobilaceum*). Toutefois, lorsque cette salure diminue on rencontre un couvert végétal halophyte qui se compose de (*SalsolaVermiculata*, *A triplex Halima* et *Suaeda fruticosa*)

5.4. Hydrogéologie, Hydrographie, Hydrologie

Selon la direction de l'hydraulique de la wilaya de Naâma, les ressources en eau souterraine de la wilaya proviennent de plusieurs systèmes aquifères dont la formation est favorisée par le contexte géologique. Cependant, en absence d'études hydrogéologiques sur la wilaya, on considère que le potentiel en eaux souterraines relève de deux domaines :

- Les nappes profondes, exploitées principalement par les forages,
- Les nappes phréatiques, exploitées principalement par les sources.

Au niveau du site du projet, et au regard de la coupe du forage, annexe 2, réalisée par le haut-commissariat pour le développement de la steppe (HCDS), à 1km à l'est du site du projet, nous constatons la présence d'une nappe phréatique avec un niveau statique de 6,65m tel que relevé initialement en 2003 lors de la réalisation du forage. Le niveau actuel est estimé à 10 mecs qui témoignent de la pression sur cette ressource.

➤ Les caractéristiques de cet aquifère sont les suivantes :

Formations réservoirs	L'Age de l'aquifère	Localités touchées	Qualité des eaux
Grés	Call ovo-oxfordien	Mecheria-Naama	Bonne

Le réseau hydrographique et les écoulements sont conditionnés par la structure du relief. Le projet étant situé dans la zone des hautes plaines steppiques qui s'inscrit dans l'air égéographique du grand bassin versant de Chott Chergui, présente un réseau hydrographique peu développé ; elle se caractérise par une topographie relativement plane et parsemée de dépressions, ce qui est à l'origine du caractère endoréique de ces oueds. Ces derniers sont à écoulement diffus et intermittents, ils prennent naissance en général sur les reliefs isolés et

terminent leur course dans la plaine au niveau des dépressions. La carte de la figure 6 représente le réseau hydrographique au niveau de la zone du projet.

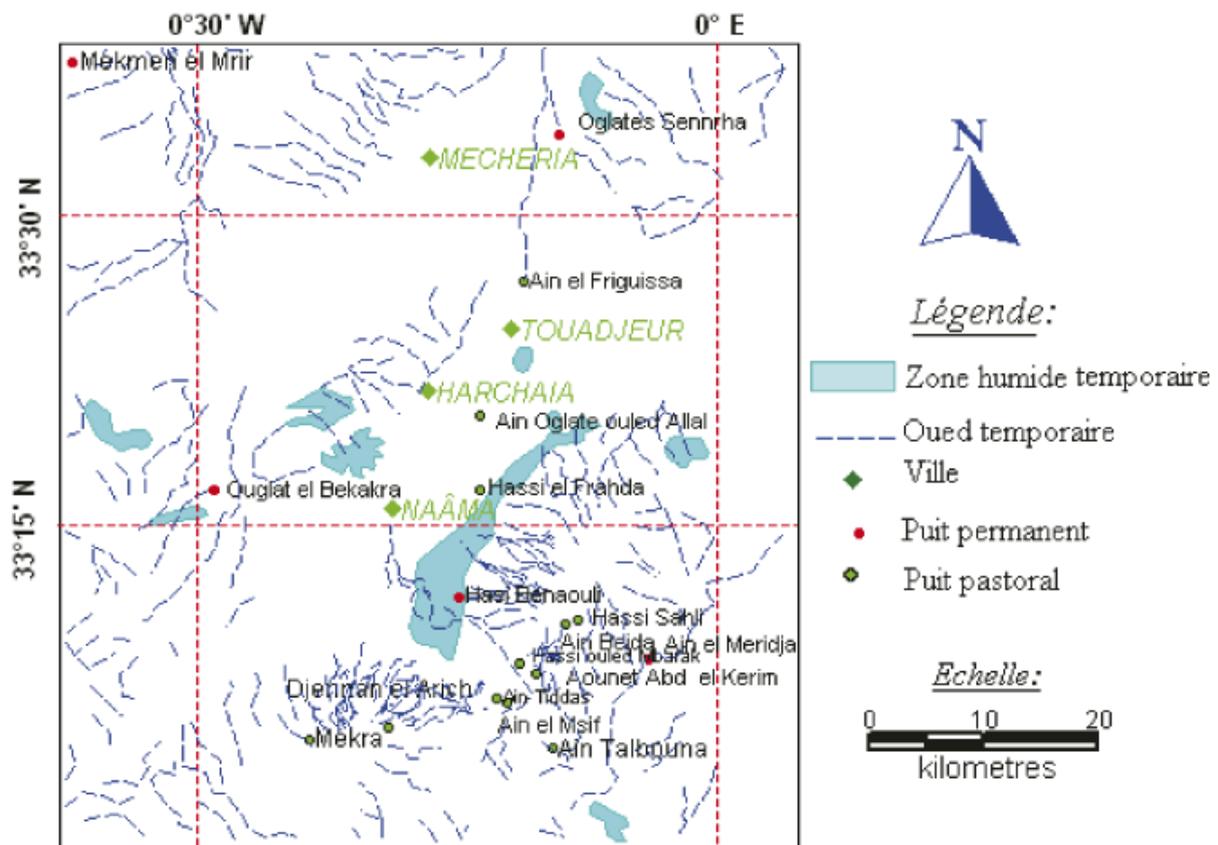


Figure 6 : Carte des ressources hydrographiques de la zone d'étude

Source : Université d'Alicante/ Département d'écologie/Faculté des sciences/Service des Publications/<http://publicaciones.ua.es>

5.5. Climat :

D'une manière générale, l'année climatique de la commune est divisée en deux grandes saisons ; une saison froide et relativement humide qui s'étend de Novembre à Avril et une saison chaude et sèche allant de Mai à Octobre. Cependant ce climat est marqué par une irrégularité. Celle-ci est sensible non seulement d'une année à une autre mais aussi dans la répartition entre les différents mois.

5.5.1. Précipitations :

En général la pluviométrie demeure faible et irrégulière ; elle est hétérogène dans le temps et dans l'espace.

A travers le tableau n°2 ci-dessous nous pouvons constater que le minimum pluviométrique, pour la station de Naâma, apparaît en Juillet avec 6 mm alors que le maximum apparaît en septembre avec 34,5 mm

Tableau 1 : Précipitations moyennes mensuelles (mm)

Station	Tableau n°02 : Précipitations moyennes mensuelles (mm)											
	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Naâma (1992-2008)	10,4	15,1	10,7	30	16,4	15,6	6	12,96	34,5	28,87	27	11,4

Les précipitations sont réparties inégalement durant les saisons, comme le montre le tableau n°03. Les précipitations les plus importantes sont celles qui tombent en automne et au printemps, par rapport à celles de l'hiver, bien que ces dernières constituent un apport non négligeable. Naâma présente un régime saisonnier de type (APHE).

Tableau 2 : Répartition saisonnières des précipitations (mm)

Tableau n°03 : Répartition saisonnières des précipitations (mm)					
Station	Été	Automne	Hiver	Printemps	Régime
Naama (1992-2008)	34,23	90,37	36,9	57,1	APHE

5.5.2. Températures :

Les températures moyennes mensuelles les plus basses se situent au mois de Janvier, tandis que les moyennes les plus élevées se situent au mois de Juillet (Cf. Tableau n°04)

Tableau 3 : Valeurs moyennes mensuelles des températures (en °C)

	Tableau n°04 : Valeurs moyennes mensuelles des températures (en °C)											
	J	F	M	A	M	J	JT	AT	S	O	N	D
MIN	2,12	6,98	9,36	10,16	15,22	19,12	20,66	20,94	15,54	10,42	6	4,26
MAX	10,34	10	13,8	18,9	23,7	30,9	37,2	35,1	28,6	24,2	15,7	10,1
MOY	6,23	8,49	11,58	14,53	19,46	25,01	28,93	28,02	22,07	17,31	10,85	7,18

Source/ ONM/ station Naâma de 1992 à 2008

D'après la classification thermique des climats proposée par Débranché (1953) et fondée sur l'amplitude thermique moyenne extrême (M-m), le climat au niveau de Naâma est de type continental. En effet, les valeurs du tableau n°05 montrent que l'écart (M-m) est supérieur à 35 °C

Tableau 4 : Type de climats en fonction des Amplitudes thermiques

Tableau n°05 : Type de climats en fonction des Amplitudes thermiques				
Station	M °C	m °C	(M-m)°C	Type de climat
Naama 1992-2008	37,2	2,12	35,08	Continental

Les températures extrêmes peuvent être à l'origine de dégradation du couvert végétal :

- La période des basses températures, allant de Novembre à Février, sont à l'origine de l'intensité de gelées hivernales qui peuvent se traduire par des dégâts telles que les nécroses.
- La période des hautes températures, s'étalant de Juin à Octobre, peut provoquer l'échaudage par suite de l'augmentation de la transpiration.

5.5.3. Enneigement :

La wilaya de Naâma est très froide en hiver, au point d'enregistrer des chutes de neige. Leur fréquence annuelle, est en moyenne de 3,8 jours (station météorologique de Mècherai), mais la période d'enneigement est beaucoup plus longue. Cet enneigement est considéré à la fois comme facteur favorable (précieux apport en eau) et facteur contraignant (Coupures des voies de communication, isolement de certains territoires...).

5.5.4. Gelées :

La wilaya, à l'instar des espaces Hauts plateaux, subit des gelées importantes et fréquentes en hiver et même au début du printemps. Leur fréquence est évaluée en moyenne à 40,4 jours dans l'année pour la (Station de Mécherai) et 40 jours pour la (Station de Naama). Les gelées constituent un facteur limitant pour les pratiques agricoles et un facteur de contrainte pour la végétation naturelle (retard de croissance).

5.5.5. Les vents :

La fréquence des vents est importante sur l'année avec une moyenne de 18 jours par mois.

- Les vents dominants sont de direction Nord (nord, nord-ouest, nord-est). Ils représentent 48% de la fréquence totale.
- Les vents de direction Sud (sud, sud-est, sud-ouest) représentent 31.4%.
- Les vents de direction Ouest et Est représentent respectivement 16 et 4,6%.

A l'intérieur des espaces arides où le couvert végétal est dégradé, le vent est considéré comme agent dynamique principal de l'érosion éolienne traduite par la formation des aires sableuses et la stérilisation des terres steppiques

5.6. Aspects Floristiques :

Selon les différentes études [6] et [7], et les constats sur site, nous pouvons distinguer au niveau de la zone du projet les principaux groupements végétaux suivants :

- Végétation arborée : sur les plaines, le pistachier d'Atlas (*Pista Cia Atlantic*) et le jujubier (*Zizi plus lotus*) souvent en association occupent les dépressions. Sur les terrains à texture sablonneuse on retrouve le raetam (*Rétama raetam*) et tamarix (*T. gallican* et *T. africain*).
- Steppe à alfa : *Stipa t'en Acis sima* est une espèce hautement xérophile sous appartenance à la végétation la plus aride. L'alfa joue un rôle très important dans le maintien du sol et de sa protection contre le phénomène de l'érosion éolienne et les

accumulations de sable au cours des périodes de sécheresse et de déficit hydrique du sol.

- Steppe à sparte : Liéneur spartum est une espèce qualifiée de médiocre sur le plan pastoral comme l'alfa. Seules les jeunes pousses et ses inflorescences sont broutées par les ovins. Sava leur énergétique est assez faible. Par contre, il constitue des parcours d'assez bonne qualité

Avec un pouvoir de régénération et une productivité relativement élevée. Sur le sable *Lygium spartum* peut se mélanger avec *Aristida purges*, à qui il cède progressivement la place lorsque l'ensablement devient plus important.

- Steppe à psammophytes : Ce type de steppe se développe sur des terrains à texture sablonneuse et aux apports d'origine éolienne. Les principales espèces rencontrées sont *Aristida pungens*, *Thymelaea microphyla*, *Artemisia compestris* et *Atriplex halimus*.

La répartition de la superficie forestière et Alfatière au niveau de la commune est précisée dans le tableau n°06 ci-dessous :

Tableau 5 : Répartition de la superficie forestière et Alfatière (Ha) au 31/12/ 2013

Tableau n°06 : Répartition de la superficie forestière et Alfatière (Ha) au 31/12/ 2013				
	Super. forestière totale (Ha)	Terre dénudée destinée au reboisement + voiles dunaires	Supers. alfa (Ha)	Total général
Commune de Naâma	5 329	6 644	37 866	49 839
Total Wilaya	138 748	29 240	436 250	604 237,8

Par sa position au cœur d'un écosystème fragile, la commune de Naâma se caractérise par un milieu steppique fortement soumis à trois fléaux :

- Dégradation et régression du couvert végétal : La disparition des parcours à sparte et à armoise et la nette régression de la nappe alfatière (800.000 Ha en 1976 et seulement 436.250Ha en 2013 au niveau de la wilaya) témoigne d'une dégradation alarmante du couvert végétal nécessitant des interventions d'urgence.
- Risques d'ensablement : avec la surcharge des parcours et l'action anthropique caractérisée par le défrichage, le labour illicite et l'exploitation abusive du couvert végétal, on assiste aujourd'hui à une dégradation effrénée de cet écosystème sensible et une désertification du milieu qui a atteint, par endroit, des formes irréversibles. Cette désertification entraîne le phénomène de l'ensablement qui menace aussi bien les agglomérations et les infrastructures routières que les exploitations agricoles.
- Risques de crues et d'érosion hydrique : les bassins versants et les oueds engendrent, aux moments des crues, le ravinement des berges et affectent souvent le réseau routier,

les infrastructures forestières et les agglomérations. Les photos ci-dessous illustrent la végétation sur et autour du site telles qu'elles se présentent l'état initial :



Figure 7 : Etat initial du site

Etat initial du site : sol de type calcé magnésique à un seul horizon (C), texture sableuse, faible valeur agronomique, couverture végétale de 5 à 10% ; 20% de cailloux et le reste des dunes et micro-dunes

Chapitre I : Choix du lieu de la station



Stipa Tenacissima (Alfa)



Alfa menacée par une action anthropique :
pacage important



Atractylis Satureioides



Thymelaea microphyla



Aristide pengens



Echinops spin sus (chardon)



Tamarix gallican : un plan peut fixer une dune de 2 mètres. Utilisé pour la lutte contre la désertification, notamment dans ce cas comme barrière de protection de la ville de Mécherai située à 30 km.

5.7. Aspects faunistiques :

La commune de Naâma renferme une richesse faunistique appréciable que nous pouvons résumer comme suit :

5.7.1. Les oiseaux

D'après les informations recueillies auprès de la conservation des forêts de la wilaya de Naâma, les oiseaux recensés sur le territoire de la commune de Naâma et qui peuvent survoler la zone du projet sont nombreux, parmi ces oiseaux nous retrouvons des espèces protégées. La liste de ces espèces est consignée dans le tableau n°7 ci-dessous :

Tableau 6 : liste des oiseaux recensés dans la commune de Naâma

Tableau n°07 : liste des oiseaux recensés dans la commune de Naâma		
Noms Français	Nom scientifique	Espèce protégée par la réglementation nationale
Grèbe a cou noir	Podice Ps nigricollis	
Grèbe castagneux	Podiceps nigricollis	
Cormoran huppé	Phalacrocorax aristotelis	Oui
Héron cendré	Ardea cinerea	
Aigrette garzette	Egretta garzetta	Oui

Chapitre I : Choix du lieu de la station

Flamant rose	Phoenicopterus ruber roseus	Oui
Canard pilet	Anas acuta	
Canard souchet	Anas clypeata	
Sarcelle d'hiver	Anas crecca	
Canard colvert	Anas platyrhynchos	
Fuligule milouin	Aythya ferina	
Fuligule morillon	Aythya fuligula	
Fuligule nyroca	Aythya nyroca	Oui

Tableau 7 : liste des oiseaux recensés dans la commune de Naâma (suite et fin)

Tableau n°07 : liste des oiseaux recensés dans la commune de Naâma (suite et fin)		
Noms Français	Nom scientifique	Espèce protégée par la réglementation nationale
Erismature a tête blanche	Oxyura leucocephala	
Tadorne casarca	Tadorna ferruginea	Oui
Tadorne de belon	Tadorna tadorna	Oui
Grue cendrée	Grus grus	Oui
Foulque macroule	Fulica atra	
Poule d'eau	Gallinula chloropus	
Echasse blanche	Himantopus him antipub	Oui
Avocette élégante	Recurvirostra avosetta	Oui
Gravelot à collier interrompu	Charadrius alexandrinus	
Chevalier guignette	Actitis hypoleucos	
Chevalier arlequin	Tringa erythropus	
Chevalier cul blanc	Tringa ochropus	Oui
Goéland railleur	Larus genei	
Chevalier solitaire		
Busard saint martin	Circus cyaneus	Oui
Busard des roseaux	Circus a eruginosus	Oui
Ganga couronné	Pterocles coronatus	

5.7.2. Les mammifères

Les mammifères qui caractérisent la région et qui peuvent parcourir la zone du projet sont :

- ✓ Canis aureus (chacal doré),
- ✓ Hyène hyène (hyène rayée),
- ✓ Felis libyco (chat sauvage),
- ✓ Vulpes vulpes (renard roux),
- ✓ Erinaceus aigirus (hérisson d'Afrique du Nord),
- ✓ Sus sofa (sanglier),
- ✓ Jaculus jaculus (petite gerboise).

Les espèces Canis aureus, Hyena hyena, Felis libyca, Gazella dorcas et Vulpes vulpes sont protégées par la réglementation nationale.

5.7.3. Les reptiles

Pour la commune de Naâma et sa région les reptiles les plus connus sont :

- ✓ Chameleo vulgaris (Caméléon);
- ✓ Uromastix acanthinumis (Fouette queue);
- ✓ Testudo grecca (Tortue grecque);
- ✓ Veranus griseus (Varan du désert);
- ✓ Scincus scincus (Poisson de sable);
- ✓ Vepera lebetina (Vipère lebetina);
- ✓ Tropiocolote tripolatanus (Lézard d'Afrique du Nord);
- ✓ Tarentola mauritanica (Tarente);
- ✓ Coluber hyppocrepis (Couleuvre fer à cheval);
- ✓ Pasmomis shokari (Serpent de sable).

Les espèces Chameleo vulgaris (Caméléon), Uromastix acanthinumis (Fouette queue), Testudo grecca (Tortue grecque), Veranus griseus (Varan du désert), sont protégées par la réglementation nationale.

5.7.4. Les arthropodes

On distingue les coléoptères de tout genre (fourmis, bousier, etc.) ainsi qu'une faune scorpion que constituée de scorpions verts et de scorpions noirs reconnus comme mortels. Les photos ci-dessous illustrent quelques espèces faunistiques rencontrées sur et autour du site du projet :

Chapitre I : Choix du lieu de la station



Tropicolote tripolatanus
(Lézard d'Afrique du Nord)



Messor barbarus (Fourmis moissonneuses)



Bousier



Ganga couronné : Pterocles coronatus



Figure 8 : Indicateurs de présence : terriers de la gerboise et éventuellement d'autres espèces

5.8. Aspects socio-économiques

5.8.1. Répartition de la population :

Le projet est situé dans une zone non urbanisée à 5 km à l'ouest de la ville de Naâma qui est la zone urbanisée la plus proche.

Nous distinguons toutefois la présence d'une habitation liée à une exploitation agricole adjacente au site du projet.

D'une manière plus générale, la commune de Naâma comptait 23.129 habitants, au 31/12/2013, avec une densité de population égale à 9,16 habitants/km². (Source : Monographie de la Wilaya de Naâma du 31/12/2013 [8])

La tranche d'âge 15-64 ans compte 14.090 habitants soit 60,92% de la population totale, ce qui représente le pourcentage de la population concernée par l'emploi. La population de la commune de Naâma est répartie dans deux agglomérations : une agglomération chef-lieu (ACL) et une agglomération secondaire (AS) ainsi que dans des zones éparses. (Cf. tableau n°08).

Tableau 7 : Estimation de la population par dispersion au 31/12/2013

Tableau n°08 : Estimation de la population par dispersion au 31/12/2013							
Commune	ACL	AS		Éparses	Nomads	Total	Tax d'urbanisation
		Designations LA's	de Pop				
Naâma	19 256	Harchaia	752	1 495	1 627	23 129	83,25 %

La strate rurale est constituée par les populations de l'agglomération secondaire et des zones séparent ainsi que la population nomade.

On constate un afflux continu des populations rurales vers les zones urbaines à savoir les ACL de Naâma, Mècherai et Ain-Sefra.

Les principaux indicateurs de viabilisation au niveau de la commune sont :

- ✓ Taux de raccordement à l'électricité % = 70,62 %
- ✓ Taux d'accès au gaz de ville = 57,98 %
- ✓ Taux de raccordé au réseau d'assainissement dans les agglomérations = 100 %
- ✓ Taux de raccordement au réseau d'AEP dans les agglomérations = 100 %

5.8.2. Economie

A l'échelle locale, le premier secteur économique important dans la commune de Naâma est l'agriculture ; précisément le pastoralisme.

La situation du secteur de l'agriculture dans la commune de Naâma peut être résumée par les chiffres suivants :

Tableau 8 : Répartition des terres agricoles (Ha) au 31/12/2013

Tableau n°09 : Répartition des terres agricoles (Ha) au 31/12/2013								
	S. A. U.					Terres improductives	Pacage et parcours	Total
	Cultures herbacées	Terres au repos	Arboriculture et vignoble	Total SAU				
				Total	Donc irriguée			
Commune de Naâma	1 056	1 207	963	2 632	1 079	4	188 499	191 135
Total Wilaya	11 139	7 212	6 668	25 019	14 344	60	2 178 381	2 203 460

Source : [8]

Tableau 9 : Répartition du cheptel par communes au 31/12/2013

Tableau n°10 : Répartition du cheptel par communes au 31/12/2013								
Commune	Oven	Bovine	Caprin	Equine	Camelin	Espèce mulassière	Espèce asine	Total
Naâma	91 812	3 858	5 665	132	45	130	157	101 799
Total Wilaya	1 161 750	37 560	68 700	1 191	1 013	650	2 230	1 273 094

Source : [8]

Tableau 10 : Répartition des éleveurs par communes 31/12/2013

Tableau n°11 : Répartition des éleveurs par communes 31/12/2013		
Commune	Number d'éleveurs	%
Naâma	699	10,43
Total Wilaya	6700	100,00

Source : [8]

Le secteur minier constitue également un secteur important. En effet, les nombreuses études géologiques menées depuis les années 1970 à ce jour sur le territoire de Naâma, ont révélé l'existence d'une diversité de substance minérale pouvant être mise en valeur sous forme d'exploitation et de transformation pour la fabrication de multiples matériaux de construction.

C'est ainsi que la commune de Naâma compte actuellement 05 carrières en activité dédiées à la production de graviers et d'agrégats, totalisant une production annuelle de plus de 582.500m³ et employant 261 employés d'une manière permanente.

En outre, la commune de Naâma comporte une zone d'activité d'une superficie de 27,59 Ha réparties en 151 lots dédiés principalement à l'activité industrielle.

Par ailleurs la commune de Naâma compte 1295 inscrits au registre du commerce en activité au 31/12/2013 et répartis comme suit :

Tableau 11 : Répartition des immatriculations (en activité) au centre de registre de commerce au 31/12/2013

Tableau n° 12 : Répartition des immatriculations (en activité) au centre de registre de commerce au 31/12/2013						
	Production industrielle	Commerce de gros	Import/ export	Commerce de détail	Services	Total
Commune de Naâma	320	33	11	391	540	1 295
Total Wilaya	2 089	294	80	4 649	3 621	10 733

Source : [8]

Enfin, la population active au niveau de la commune de Naâma est estimée à 11518 personnes ce qui représentent 49,80% de la population totale. (Cf. Tableau n°11).

Tableau 12 : Estimation de la population active au 31/12/2013

Tableau n° 13 : Estimation de la population active au 31/12/2013			
Commune	Population total	Population active	Tax l'activité (%)
Naâma	23 129	11 518	49,80
Total Wilaya	246 692	110 300	44,70

Source : [8]

En matière d'environnement industriel et urbain, la commune de Naâma compte 23 établissements classés pour la protection de l'environnement ce qui constitue une faible concentration d'établissement susceptible de porter atteinte à l'environnement. Les déchets de la commune sont évacués au niveau de 3 sites :

- ✓ 01 Centre d'enfouissement technique intercommunal, entre les communes Naâma et Mècherai
- ✓ 01 Décharge publique non contrôlée
- ✓ 01 Centre des déchets internes

Chapitre II : étude de la station complète :

1. La description détaillée des différentes phases du projet :

1.1. Description du projet

Le projet de centrale photovoltaïque de production d'électricité objet de la présente étude consistera à la mise en place de modules photovoltaïques, composés de cellules photovoltaïques, supportés par des ancrages au sol (pieux battus). Ces panneaux seront disposés en rangées avec une inclinaison de 15° et orienté plein sud. La production projetée est de 19,92 MW. Les panneaux photovoltaïques utilisés seront en silicium poly cristallin fournis par Canadian Soler.

Afin de pouvoir transformer le courant continu, produit par l'effet photovoltaïque, en courant alternatif, la centrale disposera de 10 SKID, composé chacun de deux onduleurs et d'un transformateur, qui seront répartis sur le site. Enfin, pour injecter l'électricité produite sur le réseau public, il sera implanté un poste de livraison qui assurera l'évacuation vers le poste source de GRTE/ SONELGAZ.

La production de l'énergie électrique repose donc sur l'effet photovoltaïque dont le principe peut être décrit comme suit :

Les particules de lumière ou photons heurtent la surface du matériau photovoltaïque dispose en cellules ou en couches minces puis transfèrent leur énergie aux électrons présents dans la matière qui se mettent alors en mouvement dans une direction particulière.

Le courant électrique continu qui se crée par le déplacement des électrons est alors recueilli par des fils métalliques très fins connectes les uns aux autres et ensuite achemine a la cellule photovoltaïque suivante.

Le courant s'additionne en passant d'une cellule a l'autre jusqu'aux bornes de connexion du panneau et il peut ensuite s'additionner à celui des autres panneaux raccordes au sein d'une installation.

1.1.1. Caractéristiques techniques du projet

- Puissance de la centrale : 19,92 MW
- Quantité d'électricité produite annuellement en moyenne : 35 939 000 KWh / an
- Type de panneaux (marque, modèle) Canadian Soler CS6P / 250W-DC33
- Dimension d'un panneau : 163,8 x 98,2 cm soit 1,608 m²
- Type de cellule : Silicium poly cristallin
- Orientation de l'installation : Plein Sud
- Angle d'inclinaison : 15°
- Espacement entre les rangées de structure : 6m
- Nombre de structures 10 modules en lignes : 1640
- Dimensions d'une table 10,08 m de long et 6,368 m de large
- Nombre de structures 8 modules en lignes : 440
- Dimensions d'une table 8,078 m de long et 6,368 m de large
- Nombre de modules photovoltaïques : 79680

➤ Locaux techniques :

- 10 SKID composés chacun de 2 onduleurs et d'un transformateur ;
- 1 Poste de livraison, il est constitué d'une salle d'évacuation de la production d'énergie vers le réseau public et d'une salle contenant le T.G.B.T. du site (Tableau Général Basse Tension) ;
- 1 Poste de commande constitué d'un bureau permettant la vidéosurveillance et la supervision de production électrique du site et une salle de stockage du petit matériels permettant la maintenance sur site ;
- 1 poste de garde permettant à l'équipe de sécurité du site de filtrer l'entrée et sorties humaines sur le site de production ;
- 13 guérites en limite de propriété permettant la surveillance au niveau de la clôture.

➤ Dimensions des bâtiments :

- SKID = 11.23 m x 1.92 m, hauteur 3.84 m
- Poste de Livraison = 7.5 m x 3.06 m, hauteur 2.88 m
- Poste de commande = 6.00 m x 3.06 m, hauteur 2.88 m
- Poste de garde = 12.50 X 11.20 m, hauteur 3.68 m
- Guérite = 2.90m x 2.70 m, hauteur 6,10 m

Le plan de masse joint en annexe 1 présente la position de l'ensemble des éléments techniques, ainsi que la position des clôtures et des chemins d'accès et de circulation.

1.1.2 Description de l'installation, des locaux techniques et des aménagements annexes :

La composante dominante du projet de parc de production d'énergie solaire concerne les panneaux photovoltaïques, résultant de l'assemblage de plusieurs modules. Les panneaux photovoltaïques seront répartis linéairement sur toute la surface disponible sur des tables d'assemblage. Les tables doivent supporter la charge statique du poids des modules et résister aux forces du vent. Des infrastructures annexes de petites dimensions (SKID, poste de livraison) viendront compléter les installations. Chaque installation photovoltaïque comprend les éléments principaux cités ci-dessous :

1. Des tables d'assemblage en métal, fixées au sol et organisées en rangée, forment le parc photovoltaïque ;
2. Des modules photovoltaïques composés de cellules photovoltaïques sont orientés de manière à avoir la meilleure inclinaison face aux rayonnements du soleil ;
3. Des boîtes de raccordement permettent de réunir les câbles aériens placés le long des panneaux ;
4. Des câbles souterrains de diamètre supérieur aux câbles aériens permettent de relier les panneaux aux SKID (onduleurs/transformateur) ;
5. D'autres câblages souterrains relient les SKID au poste de livraison ;
6. L'électricité produite est ensuite acheminée au point de raccordement GRTE/ SONELGAZ (poste source) le plus proche ;
7. Enfin, l'électricité vient alimenter le réseau électrique public sous la gestion de GRTE

1.1.2.1. Les panneaux solaires :

Les panneaux photovoltaïques utilisés seront en silicium poly cristallin modèle CS6P/250WDC fournis par l'entreprise Canadian Soler. Les caractéristiques techniques sont détaillées dans l'annexe 3.

Les modules envisagés pour ce projet sont soumis à d'importantes garanties de fabrication qu'EUR assurent une durée de vie de plus de 25 ans.

Les modules photovoltaïques ne présentent aucun danger pour les êtres humains, les animaux et l'environnement dans des conditions normales d'utilisation ou en cas d'incidents prévisibles.

Les panneaux solaires sont classés comme des matériaux recyclables et non dangereux conformément à la législation Européenne sur les déchets ainsi qu'aux normes fixées par l'Agence de protection de l'environnement des Etats-Unis.

1.1.2.2. Les SKID

Ils assurent la transformation de la courante continue basse tension en courant alternatif moyenne tension (30 kV). Ils comprennent deux onduleurs et un transformateur. Les transformateurs et onduleurs seront des équipements « extérieurs » qui permettent une bonne aération et évite une climatisation qui demanderait plus d'entretien et d'énergie pour fonctionner.

Ils sont conçus pour résister à des contraintes environnementales extrêmes (température élevée, abrasion) et utilisent une huile écologique minérale.

➤ Chaque équipement comprend :

- 2 onduleurs disposés dans des armoires de protection résistantes aux intempéries et à une plage de températures étendue.
- 1 transformateur encadré par les armoires des onduleurs et grillagé L'installation comprend des onduleurs de la gamme SMA, SC800CP XT et des transformateurs MT Chaque équipement est disposé sur une structure métallique. Elle-même ancrée par pieux battu et fondation béton isolé.

Ces équipements « extérieurs » ont été testés et certifiés par des organismes de contrôle homologués. Ils contiennent l'ensemble des systèmes de sécurité électrique et incendie préconisés par les normes internationales. Ils ne sont accessibles qu'aux personnes autorisées disposant d'habilitations spécifiques. Ils seront équipés de systèmes de protection de découplage très performants en cas de dysfonctionnement.

Chaque SKID est positionné de manière centrale à l'intérieur du site.

1.1.2.3. Le poste de livraison

Le poste de livraison électrique assure l'évacuation de l'énergie produite vers le poste source.

Le poste électrique sera installé à proximité de l'accès au site en limite de la clôture. Il est constitué de deux parties, séparées par une cloison :

- Une salle d'évacuation ; local électrique HTA.
- Une salle Tableau Général Basse Tension ;

L'accès à ces locaux nécessite une habilitation électrique. L'aire d'exploitation dédiée au poste de livraison comprend un dispositif de commande de l'alimentation électrique du réseau et un dispositif de centralisation du système de détection intrusion qui sont réunis dans le poste de commande.

1.1.2.4. Le Poste de commande

Le poste de commande est contigu au poste de Livraison. Il est constitué de deux parties séparées par une cloison :

- Une salle de commande dotée d'un bureau avec un ordinateur centralisant toutes les informations sur la centrale photovoltaïque. De ce poste est établit la nécessité d'une maintenance préventive et/ou curative. Toutes les données de production de la centrale sont répertoriées grâce à un logiciel de commande.
- Une salle stockage et maintenance permettant d'emmagasiner le matériel et outils de petite et moyenne taille nécessaire à la maintenance de l'installation photovoltaïque .L'accès à ces salles ne nécessite aucune habilitation électrique.

1.1.2.5. Le Poste de Garde

Cet ouvrage d'une emprise au sol de 116m² est implanté à l'entrée de la centrale et mis à distance de la clôture de 3 m.

Il est surélevé d'environ 60 cm par rapport au niveau de l'allée d'accès pour lui donner un champ de vision très développé.

Il comprend :

- un bureau de chef de site d'une superficie de 12m² avec toute fourniture et commodité.
- les sanitaires d'une surface de 9m² (2 douches et 2 toilettes) avec toute fourniture et commodité
- un local de télégestion d'une surface de 12m² avec toute fourniture et commodité
- une tisanerie d'une surface de 9m² avec toute fourniture et commodité
- Chambre forte de 10m² et doit comprendre 2 coffres forts avec toute fourniture et commodité.
- Zone d'accueil de 12m² avec toute fourniture et commodité
- Salle d'attente de 12m² avec toute fourniture et commodité
- Vestiaire dont l'accès est indépendant du poste de garde d'une superficie de 40m² avec toute fourniture et commodité

1.1.2.6. Les guérites

Les Guérites sont implantées en périphérie du site, au niveau de la clôture, à raison de 1m en surplomb sur la clôture. La distance entre 2 guérites ne dépasse jamais les 200m.

La structure est en béton armé et les parois en maçonnerie de briques de terre cuite.

Les fenêtres permettent d'appréhender et de sécuriser la centrale des intrusions extérieures depuis l'intérieur du site.

L'accès à la guérite se fait par une échelle métallique robuste (en tubes d'acier inoxydable ou galvanisé), scellée à un pied support en béton armé.

1.1.2.7. La clôture

Le site sera clôturé sur 2 mètres de haut. Il comporte une entrée principale à côté du poste de livraison. La clôture sera mise en place sur le pourtour du site d'exploitation, afin d'éviter toute intrusion dans l'enceinte, notamment pour des raisons de sécurité (présence d'électricité) et de prévention des vols et détériorations. L'accès aux installations électriques sera limité aux personnels habilités intervenant sur les sites d'exploitation.

La clôture sera de type grillage Zimmerman, c'est une clôture rigide soudée plastifiée de couleur verte.

L'espacement des mailles de la clôture est adapté au libre passage des petits mammifères.

Un seul point d'entrée de véhicules sera positionné à proximité immédiate du poste de garde afin d'en assurer la surveillance. Un accès piéton est aménagé au travers du poste de garde pour les mêmes raisons de sécurité.

Cette clôture est doublée d'un système de vidéo surveillance, lui-même relié au poste de garde et de commande.

1.1.2.8. Le Réseau électrique interne

Le réseau électrique interne sert à raccorder les modules, les onduleurs, les transformateurs, et le poste de livraison. La connexion électrique entre les modules est fixée sous les structures portantes. Les câbles solaires HTA, de différents diamètres, très résistants au court-circuit, aux rayons UV et à l'eau, seront enterrés. Les tranchées d'enfouissement d'une profondeur de 80 cm et de 60 cm de large seront conformes aux normes en vigueur.

1.1.2.9. Voies de circulation

Pour la préservation des sols et pour ne pas modifier leurs natures, il ne sera pas procédé à l'aménagement des pistes en matériaux imperméabilisés. Toutes les voies de circulation³⁷ seront en stabilisé permettant l'écoulement des eaux. Le site et la flore reprendra son développement après la phase chantier tout en laissant la bonne circulation du personnel habilité.

Il est prévu un aménagement de piste principale en périphérie intérieure de l'installation. Celle-ci, d'une largeur de 6 m dessert les guérites et ceinture la construction afin d'en assurer la surveillance. Elle est reliée au niveau de l'entrée à la piste principale faisant une boucle au

sein de l'installation photovoltaïque. Celle-ci dessert les pistes secondaires jusqu'aux éléments d'onduleurs-transformateurs (SKID).

Une piste d'accès de 6 m de large sera également aménagée et reliera le site au chemin de wilaya n°01.

1.2. Description de la phase de construction

La phase de construction de ce parc solaire durera 6 mois et s'articulera autour des principales

- étapes ci-dessous :
 - Préparation du site
 - Montage des unités photovoltaïques
- Raccordement électrique Le nombre d'employés nécessaire pour cette phase de chantier, est estimé à :
 - 50 personnes pour le montage des structures porteuses, création des tranchées et les travaux électriques,
 - 50 personnes pour le montage des modules
 - 50 personnes pour diverses tâches (installation clôture, chemins aménagés,...)

Sur un chantier de 6 mois, on peut considérer qu'il y aura entre 50 et 100 personnes présentes sur le chantier en même temps selon la phase d'avancement.

1.2.1. Préparation du site

La préparation du site dépend de la configuration de la zone. Cette phase consistera essentiellement à aménager le site et comprend les opérations suivantes :

- Débroussaillage
- Apport d'engins de chantier,
- Décapage des zones où la végétation est gênante,
- Mise en place de clôture autour du site,
- Creusement des fondations des structures et réalisation des tranchées pour les câbles électriques enterrés,
- Mise en place des câbles d'évacuation enterrés des structures vers le poste de livraison.

1.2.2. Montage des unités photovoltaïques

Dès la fin des opérations de préparation du site, le montage des unités photovoltaïques s'enchaînera pour la durée totale du chantier. Ces opérations comprennent :

- l'installation de piquets porteurs (par battage)
- Lestage des piquets par plots de béton isolés et non ferrailés
- la pose de la structure porteuse,
- la pose des modules,
- la réalisation du câblage électrique,
- la mise en place des locaux techniques de transformation DC/AC

Les photos ci-dessous illustrent les différentes opérations ainsi que les engins susceptibles d'être utilisés :



Figure 9 : Types d'engins nécessaires sur le chantier



Figure 10 : Tranchées et implantation des porteurs dans les fondations



Figure 11 : Montage des structures porteuses



Figure 12 : Montage et installation des modules sur la structure porteuse



Figure 13 : Raccordement des modules



Figure 14 : Installation d'un local technique

1.2.3. Raccordement électrique

Après le montage des structures photovoltaïques, la dernière phase constitue le raccordement du circuit électrique entre le réseau de câbles, des capteurs, des onduleurs et du poste de livraison. Le raccordement au réseau électrique GRTE (réalisation d'une tranchée souterraine jusqu'au poste source) s'effectuera en parallèle des travaux des installations.

1.3. Description de la phase d'exploitation

L'avantage majeure des installations photovoltaïques réside dans le fait que lors de la phase d'exploitation, les installations n'émettent ni des rejets dans l'air, ni des bruits, ni d'eaux usées et ne consomment pas de ressources tels que l'eau, des matières premières ou des énergies non renouvelables. Le fonctionnement automatique des installations nécessite très peu d'intervention de l'homme. L'entretien et la maintenance de l'installation sont mineurs et consistent essentiellement à :

- Faucher la végétation sous les panneaux de façon à en contrôler le développement.
- Remplacer les éventuels éléments défectueux des structures.
- Remplacer ponctuellement les éléments électriques selon leur vieillissement.
- Vérifier régulièrement les points délicats (câbles électriques, surface des panneaux,

Clôture, caméra de surveillance, ...).

➤ L'exploitation du parc solaire recouvrira les tâches suivantes :

- La conduite à distance de l'installation 24h/24 et 7j/7 notamment la conduite des onduleurs et l'ouverture ou la fermeture du disjoncteur du poste de livraison pour isoler ou coupler l'installation au réseau public,
- Un système d'astreinte permettant l'intervention sur site 24h/24 et 7j/7 pour mise en sécurité des installations, dans le cas où les défauts ne peuvent être résolus à distance par télécommande,
- La télésurveillance du site grâce à des caméras,
- La gestion des accès du site,
- Les relations avec le gestionnaire du réseau (GRTE/ SONELGAZ). La maintenance inclura :
 - Les opérations de maintenance préventive sur l'ensemble du parc solaire, aussi bien sur les infrastructures que sur les installations électriques. Ces dernières seront réalisées selon un calendrier conforme aux recommandations du constructeur,
 - Les opérations de maintenance correctives, également sur l'ensemble des installations du parc solaire, qui consisteront, en cas de défaillance d'un équipement, en sa réparation ou en son remplacement. Une visite trimestrielle au minimum de l'ensemble du site est prévue, ainsi qu'une visite annuelle de maintenance préventive sur les installations électriques sont prévues. Les opérations de fauchage et autres mesures d'entretien du site, seront menées selon les besoins identifiés lors de la visite trimestrielle.

La durée de vie de l'installation est estimée à 25 ans.

1.4. Description de la phase post exploitation :

(Démantèlement, remise en état du site et recyclage des installations)

Le parc solaire sera construit de telle manière que la remise en état initial du site soit possible.

L'ensemble des installations est démontable, qu'il s'agisse des panneaux ou des structures métalliques.

Le processus de recyclage des modules enregistre un taux global de recyclage de 90% comprenant :

- 95% de matériau semi-conducteur recyclé pour usage dans de nouveaux modules.
- 90% de verre recyclé pour usage dans de nouveaux produits de verres.

L'installation projetée ne nécessite pas de fondation ancrée dans le sol. Les structures reposent uniquement sur des piquets d'aluminium ou d'acier enfoncés dans le sol et lesté. Enfin d'exploitation, ces piquets seront retirés et le site sera restitué dans son état d'origine. Les travaux de démontage du site en fin de vie consistent donc à défaire ce qui a été fait lors de la phase de montage.

➤ La phase de démontage consiste en les étapes suivantes :

- Ouverture des tranchées,
- Retrait des câbles
- Comblement des tranchées
- Démontage des modules
- Démontage des structures porteuses
- Retrait des pieux avec leur fondation
- Enlèvement des locaux techniques et de leurs fondations
- Engazonnement
- Les voies de circulation stabilisées (en tout venant) seront laissées ou retirées selon le souhait du propriétaire. Le tout venant peut être retiré et récupéré.

Le retrait des pieux ne modifie pas la topographie du site. La technologie prévue consiste en des pieux IPE 120. Il est possible que lors du retrait, on ait une cavité. Celle-ci sera alors rebouchée.

Cette phase de travaux de démontage interviendra dès la cessation complète de l'activité et durera 6 mois environ.

Chacune des opérations de démontage nécessitent en moyenne une cinquantaine d'employés, dont quelques personnes spécialisées dans la valorisation du matériel récupérable (modules, matériel électriques, câbles, métaux).

Sur un chantier de 6 mois, on peut considérer qu'il y aura entre 50 et 100 personnes présentes sur le chantier en même temps selon la phase d'avancement.

Lors du démontage, les différents éléments non réutilisés sur d'autres sites, seront triés et évacués vers différentes filières de traitement, de recyclage ou d'enfouissement spécifique (CET de classe II ou CET pour matériaux inertes selon la nature du déchet).

Les panneaux photovoltaïques peuvent être recyclés dans leur totalité. Les modules sont fournis par une société membres de l'association PV Cycle qui garantit le recyclage de leurs modules par des programmes préfinancés.

La remise en état finale du site aura donc pour objectif de restaurer la destination première des terrains. Ainsi, les traces du chantier de démantèlement devront être effacées. L'installation photovoltaïque étant entièrement démontable, les terrains retrouveront leur état initial.

Chapitre III : transformation d'énergie solaire :

1 Définition :

C'est un système qui transforme l'énergie solaire en énergie électrique. Il s'agit d'un système de raccordement au réseau, centrale isolé

2 Source d'énergie

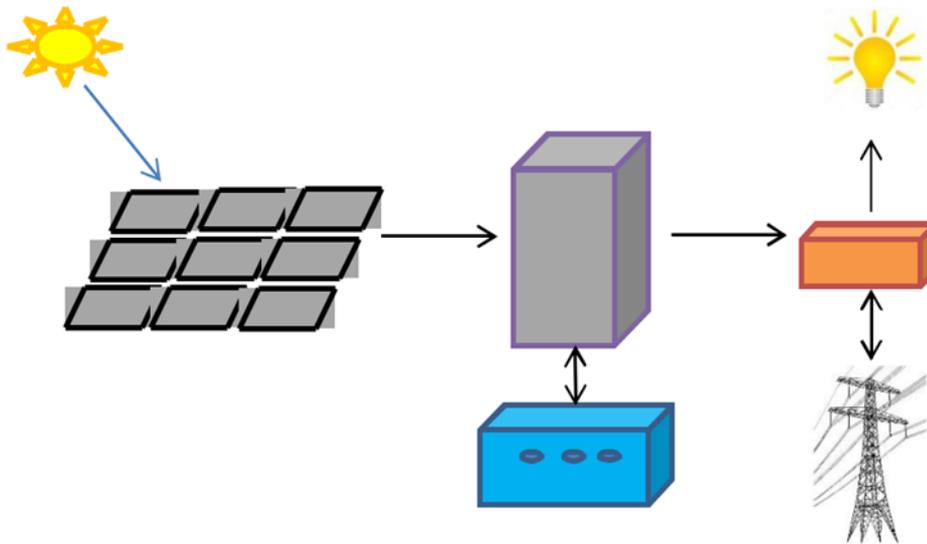


Figure 15 : Source d'énergie

3 Système dispersé PROCESSUS de production d'électricité PV :

La centrale PV produit un courant continu à partir du rayonnement solaire à travers une certaine quantité de panneaux en silicium raccordés en série, et la mise en place de boîtes de raccordements en parallèle pour atteindre le niveau de courant nominal au niveau de l'onduleur, relié avec le transformateur d'élévation de tension, par lequel le courant continu est transformé en courant alternatif qui sera raccordé au réseau public.

4 Composition du système PV :

1. Panneau en silicium
2. Équipement de raccordement
3. Convertisseur
4. Elévation
5. Poste MT
6. Salle de commande

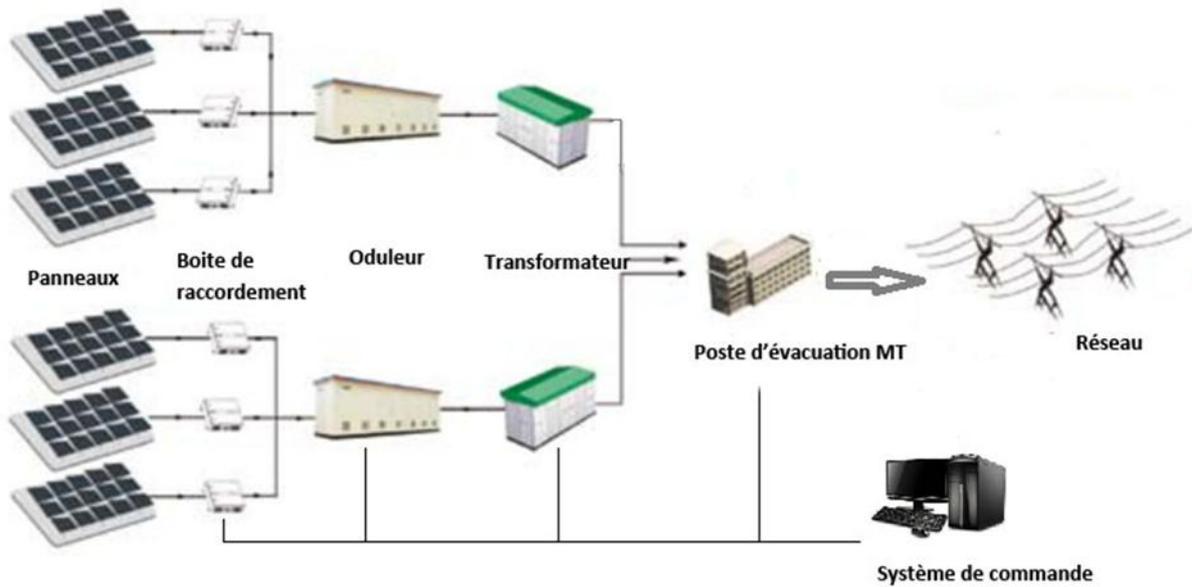
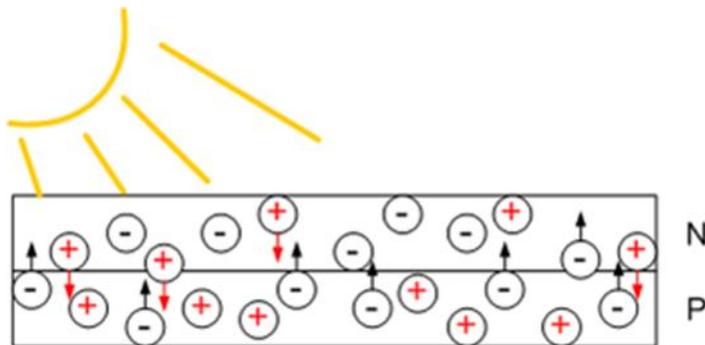


Figure 16 Schéma de la centrale de production d'électricité PV

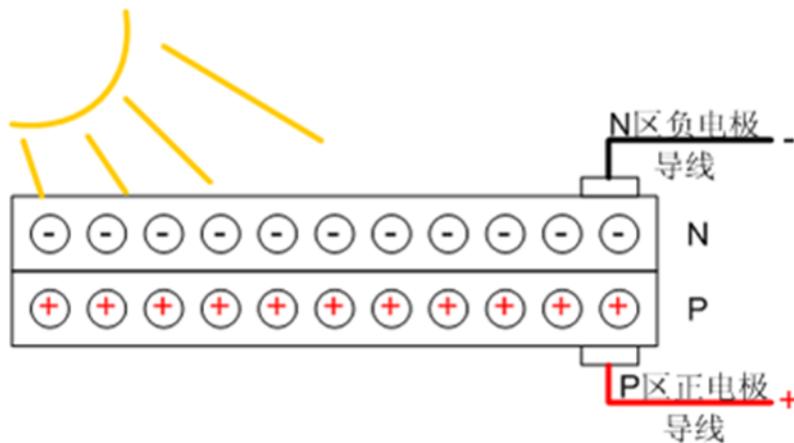
5 Effet photovoltaïque :

Théorie fondamentale : Effet photovoltaïque :

- Il y a des électrons (-) et des trous (+) en couple à l'intérieur du semi-conducteur.
- Les trous (+) et les électrons (-) se dirigent chacun vers une face opposée après avoir reçu le soleil.



- Il apparaîtra une différence de potentiel et donc une tension entre les deux faces.



1. recevoir le soleil sur les panneaux en silicium.
2. Les panneaux en silicium absorbent des photons et produisent des photo-Porteurs des électrons et des trous.
3. A l'effet du champ électrique interne, des électrons et des trous sont séparés bilatéralement et produisent le potentiel électrodynamique.
4. Dans les deux côtés du panneau en silicium, si on dispose les pôles électriques sous charge, Il y un courant photovoltaïque avec puissance. Et c'est cela le principe de la centrale photovoltaïque.

6 Descriptif :

La solution proposé consiste à répartir la puissance crête la centrale sous des bloques interconnectés d'une puissance crête de 2 MW injecté par des SKID

6.1 Descriptif du bloque 2 MW :

Champs photovoltaïque :

Le champ photovoltaïque se répartit sur une envergure de 2.5 hectare ; composé de 3984 panneaux ployer Staline pour chaque 1Mw, monté sur des structure porteuse espacés de 6m, cette distance est déterminé d'une façon qu'il n'y ait pas un effet d'ombrage entre row.

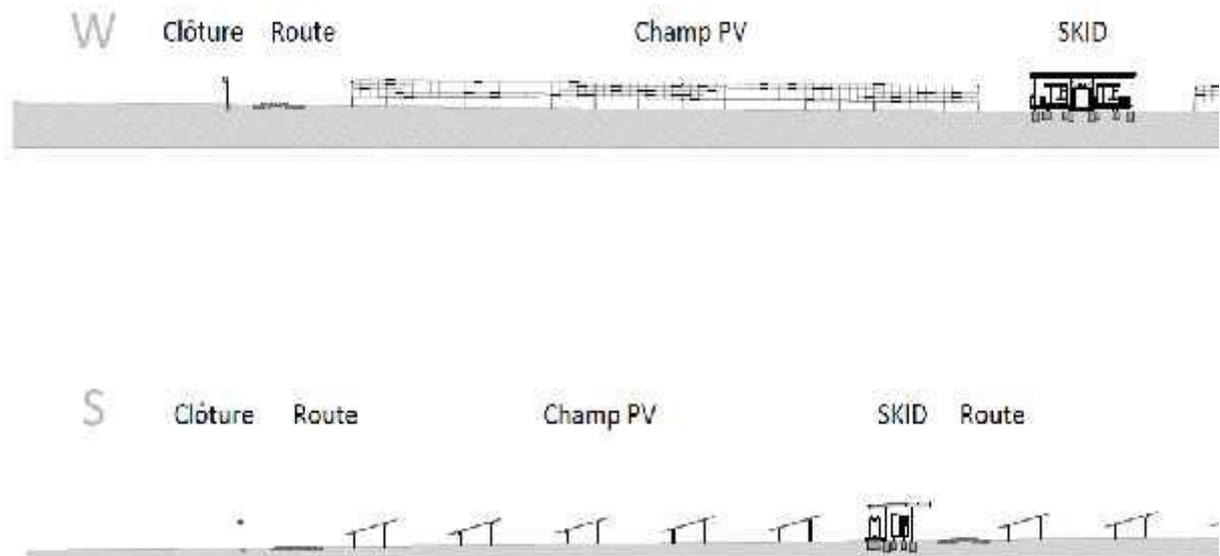


Figure 17 : Vu en coupe de sous bloque de 2 MW cc

6.2 Structure porteuse :

6.2.1 Panneaux photovoltaïques :

Les panneaux photovoltaïques utilisés dans la réalisation de la centrale sont des panneaux poly cristallin composés de 60 cellules en série d'une puissance crête de 250 WC.

6.2.1 Caractéristique du panneau :

Fabricant : Canadian Solaire / Haniwa solar

Model : CS6P – 250 P / 255

Puissance nominale maximale (P max) : 250 /255

Tension en fonctionnement optimal (V pm) : 30.1

Courant en fonctionnement optimal (Imp.) : 8,30A

Tension en circuit ouvert (Voc) : 37,2V

Intensité de court-circuit (Isc) : 8.87 A

Température de fonctionnement : -40°C~+85°C

Tension maximale du système : 1000V (IEC) /600V (UL)

Calibre maximal des fusibles en série : 15 A

Classification des applications : Class A

Tolérance de puissance : 0 ~ +5W

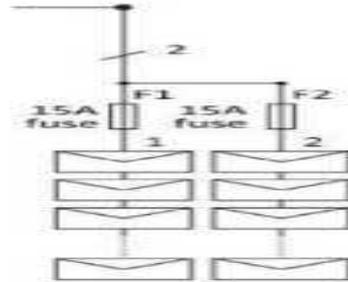
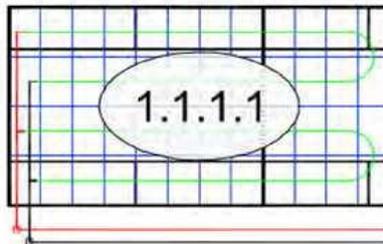


Panneaux CS6P – 250 P

6.2.2 Raccordement des panneaux

Afin d'augmenter la tension, les modules poly cristallins CS6P – 250 P sont interconnectés en série.

L'interconnexion de 24 modules en série forme une chaîne. Chaque deux chaîne sont connectées en parallèle viau câble-T. Panneaux CS6P – 250



Disposition des chins

Mise en parallèle de 2 chaînes

La protection de chaque chaîne est assuré par des fusibles intégré sur le câble d'un calibre de 15 A



Figure 18 : Fusible de chaine

6.2.3 Données technique des fusibles :

6.2.3.1 Caractéristiques des fusibles : GPV (Fusibles-PV)

- Courant assigné : Jusqu'à 30 A (Dépend du fusible utilisé)
- Tension assignée : Jusqu'à 1500 VDC (Dépend du fusible utilisé)
- Résistance à la conductibilité au point de ra cc : $\leq 10 \text{ m}\Omega$
- Résistance d'isolation : $> 109 \Omega$
- Fabricant du Fusible-PV : Siba, Jean Müller, COOPER Bus Swann / andere Hersteller au Anfrage.

Cette combinaison de deux chaînes est assemblée par un connecteur de perçage d'isolant de type 1 sur un câble de collecte en aluminium d'une section de 95 mm^2 que l'on pourrait considérer comme un boîtier de collecte conventionnel.

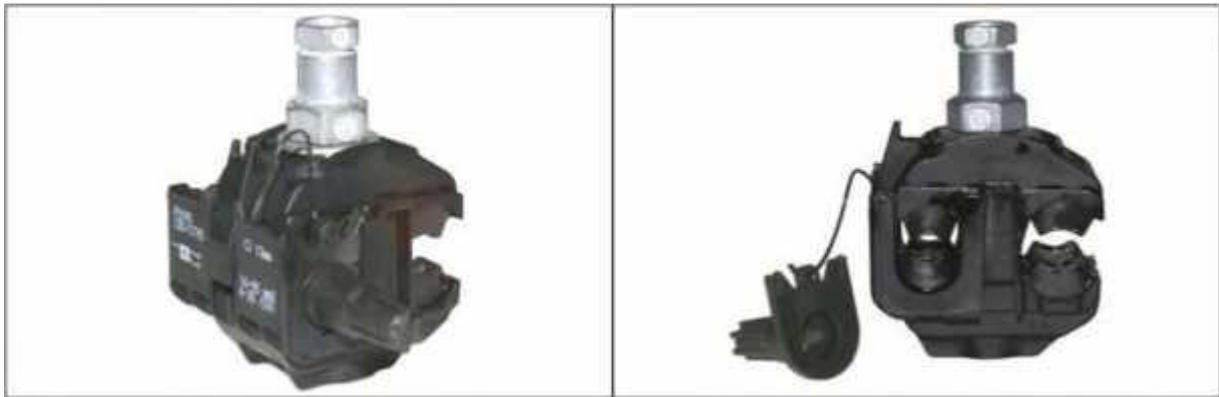


Figure 19 : Connecteur à perforation d'isolant pour les lignes aériennes isolées :
P2X95 Mk2

Le câble principal DC en aluminium, d'une section 150mm^2 , récolte la puissance des câbles 95mm^2 et transporte alors la puissance DC jusqu'au SKID

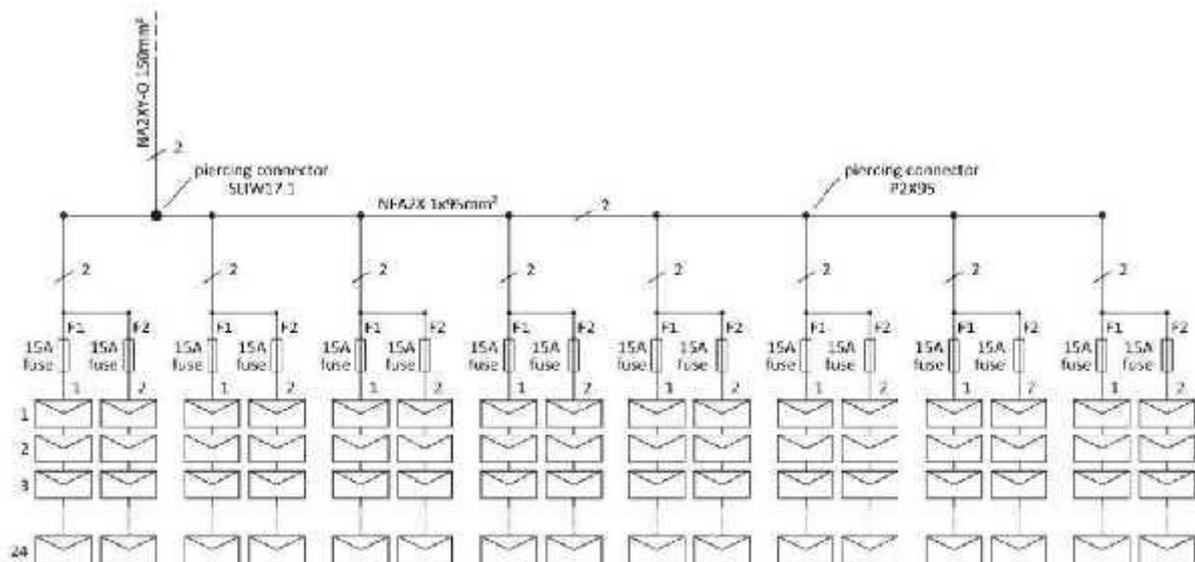


Figure 20 : Schéma unifilaire de raccordement des chaînes

6.2.4 Caractéristique câbles

Câbles NFA2X :

- Section : 1x95 mm²
- Conducteur en aluminium à charge de rupture

Élevée, rond, multifilaire

- Gaine isolante (Noir, résistant aux rayons UV) ; 2 ou 4 fils câblés, 1 jusqu'à 2 fils peuvent être câblés

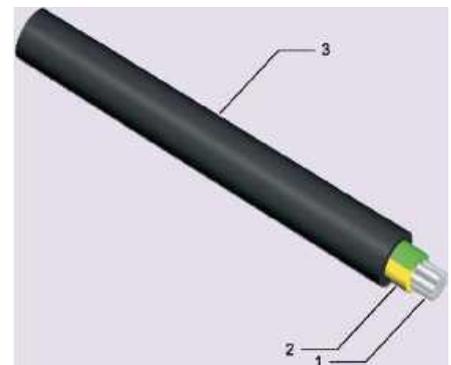
Avec une section plus faible

- Tension nominale : 0.6/1 kV
- Tension de test : 4000 V
- Température de pose : min. -5°C
- Température de fonctionnement : -30 °C / bis +80°C
- Température du conducteur : +80 °C max.
- Température du coup de circuit max : +130 /5 °C/s
- Rayon de courbure (min.) : mm 18 × Ø de fils

Uniques

6.2.5 Câbles principale DC :

- Section : 1x150 mm²
- Conducteur en aluminium, rond, solide et torsadé
- 2 Isolation intérieur (XLPE)
- 3 Tissu intérieur (EPDM)
- 4 Gaine (PVC noir, résistant aux UV)
- Tension nominale : 0,6/1 kV
- Tension de test : 4.000 kV effa
- Température de pose : -5 °C min
- Température de fonctionnement : de -50 °C à +90 °C
- Température du conducteur max : +90 °C
- Température de coup de circuit max. : +250/5 °C/s
- Rayon de courbure (minimum) mm 12 × Ø du câble



6.3 SKID :

Les SKID est l'ensemble des équipements permettant de regrouper l'énergie produit des champs photovoltaïque et la convertir du continu à l'alternatif, chaque skid pilot 2 MW. Composés de :

- -Quatre Central Box
- Deux onduleurs solaires
- Un transformateur de puissance
- Une boîte Auxiliaire
- S Ensor Box
- Cellule MT « RMU »



Figure 21 : SKID

6.3.1 Central Box :

Les câbles principaux DC de 150 mm² sont regroupés dans des centrales boxe. Selon leur polarité les câbles DC principaux sont répartis sur des Central Box. On a deux centrale Box Négative regroupant les câbles DC Négative et les deux autres positifs regroupant les câbles DC positif.

6.3.1.1 Spécifications techniques des centrales Box :

Boitier :

Disposition : Extérieur/intérieur

Résistance aux rayons UV : Oui

Matériau :

Polyester renforcé à la fibre de verre

Couleur : RAL 7035

Isolation de protection : Oui

Dimensions sans socle (largeur/hauteur/profondeur) :

1440/1120/320mm

Poids : 100kg



Entrées :

Tension CC autorisée (UDC max) : 1000 V max.

Nombre d'entrées CC : 18 max.

Câble de raccordement CC Cosse de câble : M10

Surface de serrage du raccordement : 240 mm² max.

Matériau de raccordement approprié : Conducteur en aluminium

Ou en cuivre

Taille du fusible de sécurité : NH1XL

Cartouches fusible : 200 A max.

Courant CC par entrée : 140A max.

Sorties :

Borne principale : Cosse de câble M10

Surface de serrage du raccordement : 400 mm² max.

Matériau de raccordement approprié : Conducteur en aluminium ou en cuivre

Presse-étoupe/zone d'étanchéité : M63 / 34 – 53 mm

Nombre de sorties CC : 2 Courant de sortie :

2x 700A max.

Type de protection & conditions ambiantes :

Type de protection selon EN 60529 : IP 44

Températures ambiantes admissibles : -25 °C à +50 °C

Taux d'humidité relative, sans condensation : 15% à 90%

Hauteur au-dessus du niveau de la mer : 2000 m max.

Autres caractéristiques :

Protection contre la surtension : Type 2

6.3.2 La connexion des branches CC

6.3.2.1 La connexion électrique interne

Les connexions électriques suivantes doivent être établies entre les différents modules SKID :

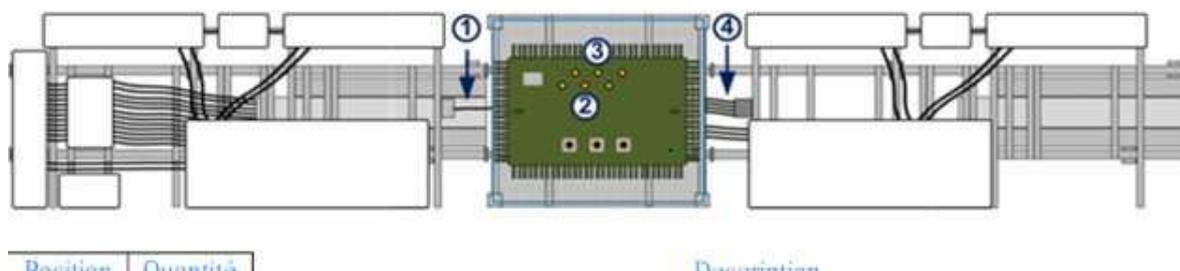


Figure 22 : Station d'onduleurs SKID – Connexion électrique interne

Position	Quantité	Description
①	1	- Connexion entre SKID Maître et SKID Taraf : La ligne de signal délais De suivi Taraf (relais Buchholz).
②	3	- Connexion entre SKID Maître et SKID Taraf : Les lignes électrique du Côté basse tension du Taraf MT et de l'onduleur SKID Maître : 2U,
③	3	- Connexion entre SKID Asservi et SKID Taraf : Le li électrique du Côté basse tension du Trafo MT et de l'onduleur SKID Asservi : 3U,
④	1	- Connexion entre SKID Maître et SKID Asservi : Les lignes de siget de Communication entre les différents boîtiers et onduleurs des SKID

Chapitre III : transformation d'énergie solaire

Maître et Asservi. (Voir 5.1.2 Connexion SKID Maître et Asservi à SKID Trafo : Onduleur de lignes électriques basse tension au transformateur MT)

Les branches du groupe PV sont connectées aux cosses d'entrée du boîtier central plus et du boîtier central moins, respectivement

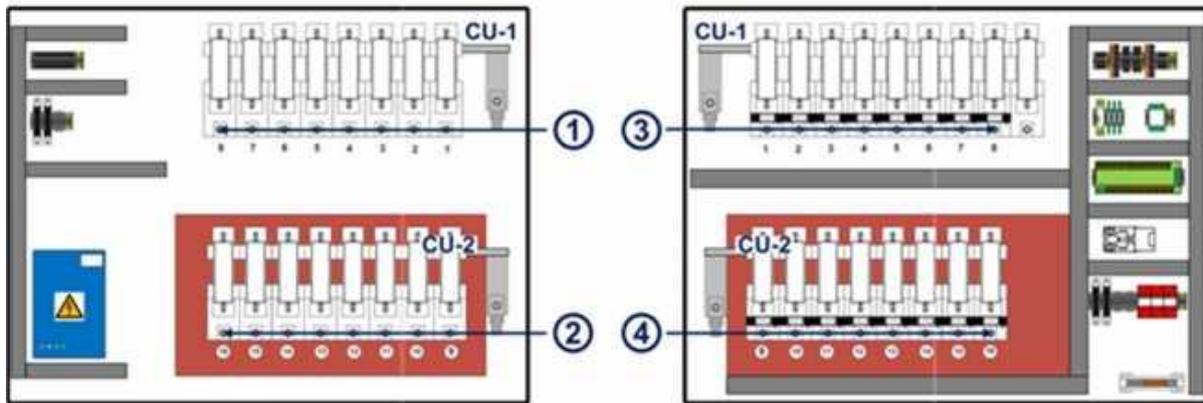


Figure 23 : boîtier central

Position	Quantité
①	1
②	1
③	1
④	1

Les branches CC du Groupe PV sont connectées au boîtier central plus.

Les branches CC du Groupe PV sont connectées au boîtier central plus.

Les branches CC du groupe PV sont connectées au boîtier central moins.

Les branches CC du groupe PV sont connectées au boîtier central moins.

6.3.2.2 Connexion de branche CC aux cosses vissées

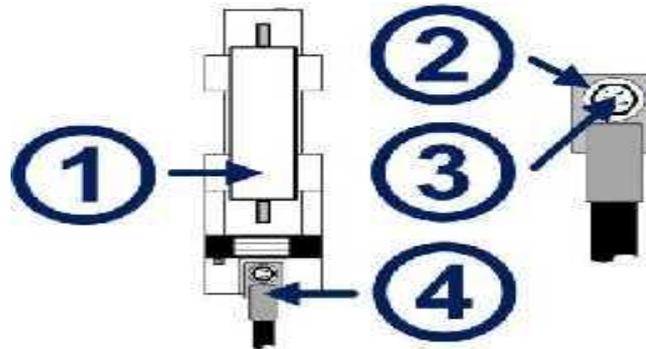


Figure 24 : Les branches CC sont connectées aux cosses vissées des bases de fusibles NH1.

Position	Quantité	
①	1	Base de fusibles NH1 avec fusible.
②	1	Rondelle.
③	1	Boulon hexagonal.
④	1	Cosse de câble de branche CC.

6.3.3 Onduleurs

Chaque SKID comporte deux onduleurs solaire SUNNY CENTRAL 800CP XT du fabricant SMA. Les onduleurs assurent la conversion de la puissance continu à l'alternatif.

Puissance DC max. (pour $\cos \varphi = 1$) : 898 kW.

Tension d'entrée min : 500 V.

Tension d'entrée max : 1000 V.

UMPP min pour $IMPP < IDC$ max : 530 V.

Plage de tension MPP (à 25 °C / à 50 °C avec 50 Hz) : 641 – 850 V.

Plage de tension MPP (à 25 °C / à 50 °C avec 60 Hz) : 641 – 850 V.

Tension d'entrée assignée : 641 V 681 V.

Courant d'entrée max : 1 400 A.

Nombre d'entrées MPP indépendantes : 1.

Nombre d'entrées DC : 9 / 32 (Sortie (AC)).

Puissance assignée (à 25 °C) / Puissance nominale



Chapitre III : transformation d'énergie solaire

AC (à 50 °C) : 880 kVa / 800 kVa.

Tension nominale AC / Plage de tension nominale

AC : 360 V / 324 – 414 V.

Fréquence du réseau AC / Plage :

50 Hz, 60 Hz / 47 ... 63 Hz.

Fréquence / tension de réseau assignée : 50 Hz / 360 V.

Courant de sortie max. / Taux de distorsion harmonique max : 1411 A / 0,03.

Facteur de puissance à la puissance assignée / Facteur de déphasage réglable : 1 / 0,9 inductif.

Phases d'injection / Phases de raccordement : 3 / 3.

Rendement

Rendement max. / Rendement européen / Rendement CEC : 98,6 % / 98,4 % / 98,5 %.

Dispositifs de protection :

Dispositif de déconnexion côté DC : Interrupteur-sectionneur motorisé / Disjoncteur (Optiprotect)

Dispositif de déconnexion côté AC : Disjoncteur AC.

Protection contre les surtensions DC : Parafoudre de type I.

Protection contre la foudre (selon CEI 62305-1) : Classe de protection contre la foudre III

Dimensions (L / H / P) : 2562 / 2272 / 956 mm

Poids en kg : 1900 kg / 4200 lb.

Plage de température de fonctionnement : -25 ... 62 °C / -13 ... 144 °F.

Émissions sonores⁴ : 61 dB

Tension d'alimentation auxiliaire externe : 230 / 400 V (3 / N / PE)

Indice de protection électronique / Zone de raccordement : IP54 / IP43

6.3.4 Boîte auxiliaire :

La boîte auxiliaire a pour but d'alimenter les auxiliaires relatifs aux équipements de SKID à savoir :

Onduleurs, transformateurs, central box et sponsor box.

Données générale de la Boîte auxiliaire :

Installation Extérieur/ intérieur

Résistance aux UV : Oui

Matériel : Mélange PC/PBT

Combustibilité : Test du fil incandescent 650°C

Couleur : RAL 7035

Montage Fixation au : mur/ clôture

Montage Installation : sur une fondation en béton

Dimension Logement (Largeur/ Hauteur/ Profondeur) :

775/715/345mm

Poi DS : 15 kg.



6.3.5 SONSER BOX :

Elle assure les suivantes fonctionnes

- Mesure en temps réel du courant CC et CA & Valeurs de tension
- Mesure des paramètres météo du système
- Saisie des signaux à la seconde et stockage Intermédiaire

Boîtier

- Disposition : Extérieur /intérieur
- Résistance aux rayons UV : Oui
- Matériau : Polycarbonate renforcé à la fibre déverse
- Caractéristiques de combustion : Auto-extinguible et sans halogène
- Couleur : RAL 7035
- Montage : Sol / Mur

Dimensions et poids :

- Boîtier (largeur/hauteur/profondeur) : 1300/1200/300mm
- Poids Env. : 80 kg (selon la configuration)
- Entrées
- Entrées analogiques : 64 AI, $\pm 10V$
- Entrées numériques : 32 DI (dont 6 séparées galvanique ment), 24VCommunication
- Internet Connexion Internet : via PADCON Communication Box
- Structure de l'installation : Raccordement de jusqu'à 8 boîtiers de capteur PADCON par boîtier de



Communication PADCON

- Connexion à PADCON Communication Box : Via LWL ou Ethernet
- Convertisseur de médias : LWL Type monomode
- Ethernet switch : 7 ports
- Accès au périphérique Communication : avec PADCON S'en sort Box (rio et analyseurs réseau) via Internet

Raccordement CA

- Mesure de courant CA : 2x3 phases via transformateur de courant, 5A max.
- Mesure de tension CA : 2x3 phases mesure de tension
- Conducteur de protection : 1,5-2,5mm²Fonctionnalité
- Saisie des signaux des capteurs raccordés : Signaux analogiques et numériques
- Fonction RAZ : RAZ à distance de l'équipement installé
- Dimensionnement : Pour 2 blocs de puissance dans une station
- Fonction tampon : Conservation en mémoire tampon en cas d'interruption de connexion
- Synchronisation : Temps
- Alimentation : 400V CA / 230V CA

Le rôle du son sert boxe est de centraliser et traité tous les données parvenu du skid et par la suite les envoyer au Scada main unit

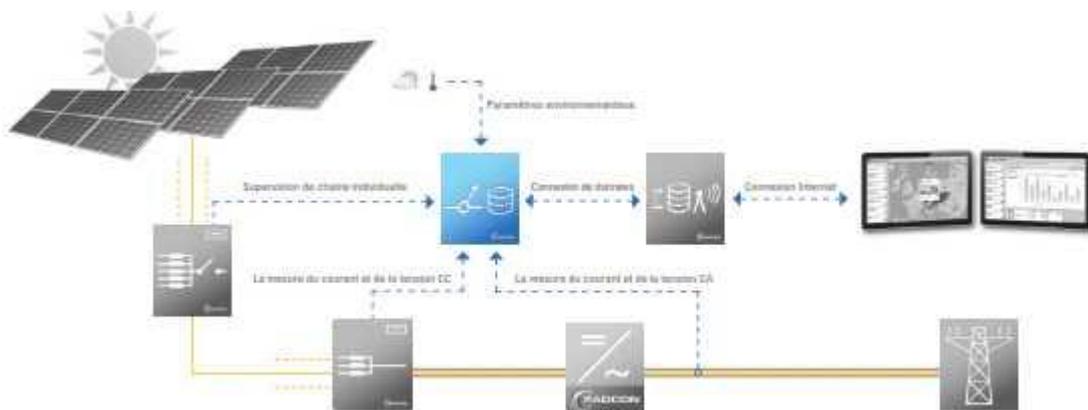


Figure 25 : Le rôle du son sert boxe est de centraliser et traité tous les données parvenu du skid et par la suite les envoyer au Scada main unit

6.3.6 Transformateur de puissance :

- Chaque SKID comporte un transformateur SGB élévateur
- Caractéristique technique du transformateur :
- Puissance nominal : 1800 kVa
- Tension nominale : 30.000 V / 400 V
- Fréquence : 50,00 Hz
- Plage de fonctionnement : $\pm 2 \times 2.5\%$
- Raccordements HV : $\pm 5\%$
- Classe d'isolement : A
- Durée de court-circuit : 2 s
- Degré de protection : IP54
- Degré de douilles de protection : IP54 / IP00



Tableau 13 : skid transformateur

SKID Transformateur				
Puissance (AC)	600 kVA	1.360 kVA	900 kVA	1.800 kVA
Niveau de voltage (MV)	10 - 30 kV			
Groupe de basculement	Dy11	Dy11y11	Dy11	Dy11y11
Pertes pendant une phase vide ou inactive	Max. 1,5 %	Max. 2%	Max. 1,5 %	Max. 2%
Dimensions (L/L/H)	2.200 x 2.000 x 2.250 (mm)	2.200 x 2.000 x 2.450 (mm)	2.200 x 2.000 x 2.250 (mm)	2.200 x 2.000 x 2.450 (mm)
Poids	Max. 3.700 Kg	Max. 5.800 Kg	Max. 3.700 Kg	Max. 5.800 Kg

6.3.7 Transformateur auxiliaire SBA :

- Tension nominale d'entrée : 3 x 30 KV
- Fréquence nominale : 50-60 Hz
- Tension nominale de sortie 3 x 400 V
- Courant nominale de sortie : 3 x 11,56 A
- Puissance nominale de sortie : 8000 VA
- Classe d'isolation selon IEC 60085 : F
- Refroidissement : AN
- Classe de protection : I Mode d'opération : DB / S1
- Indice de protection selon EN 60529 : IP 54
- Température ambiante maximale : 50°C à puissance nominale
- Couplage des enroulements selon IEC 60076-4 : Dyn5



Spécification du câble Transfo-RMU

Caractéristiques :

Properties			
Tension nominale <i>Rated voltage</i>	18/30 kV	Température minimale pour la pose <i>Minimal temperature for laying</i>	-20°C
Tension d'essai <i>Test voltage</i>	63 kV	Couleur de l'isolation <i>Colour of insulation</i>	sans couleur <i>uncoloured</i>
Température maximale de service du conducteur <i>Maximal operating conductor temperature</i>	90°C	Couleur de la gaine <i>Colour of sheath</i>	noir <i>black</i>
Température maximale de service en cas de court circuit <i>Maximal short circuit temperature</i>	250°C	Résistance à la flamme <i>Flame retardant</i>	non <i>no</i>
Plage de température pendant le service <i>Operating temperature range</i>	-35°C - +90°C	Emballage <i>Packaging</i>	bobines en bois ou en métal <i>wooden or metal drums</i>
Température minimale pour le stockage <i>Minimal storage temperature</i>	-35°C	Conformité CE <i>CE-Combrnity</i>	oui <i>yes</i>

Ring main unit RMU :

L'ensemble des SKID sont mis en boucle via les cellules moyenne tension appelé ring main unit « RMU » pour assurer la continuité de service par la technique coupure d'artère. Le RMU se compose de trois cellules MT nommées

Cellule arrivée

Cellule départ

Cellule protection transformateur

Cellule arrivée et départ :

Cellule modulaire avec fonction d'arrivée ou départ, équipée d'un interrupteur sectionneur à trois positions (ouvert, fermé ou mise à la terre). Permettant la communication avec le jeu de barres et l'ensemble de cellules.

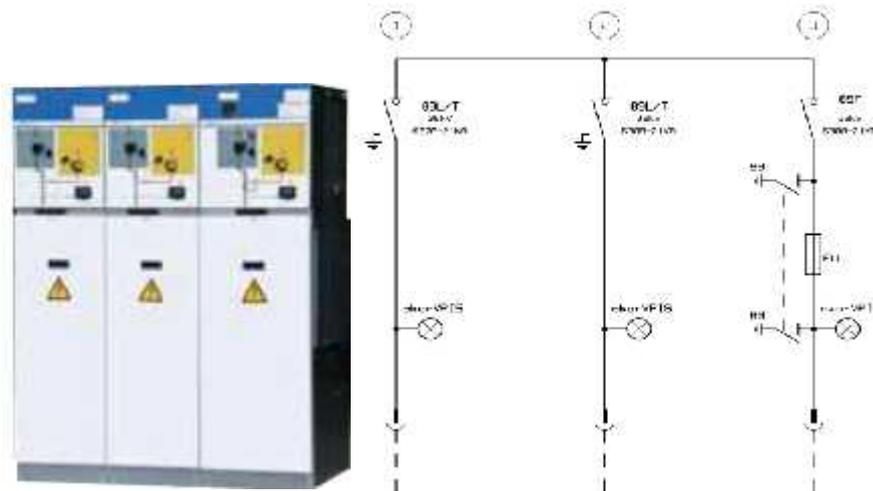


Figure 26 : Cellule modulaire avec fonction d'arrivée ou départ, équipée d'un interrupteur sectionneur à trois positions

6.4 Poste de livraison PDL :

Nos centrales comprennent des onduleurs SMA SC800CP, connectés par paires à dix transformateurs 180KVA.

Les RMU sont connectés pour former une ou deux boucles fermées à savoir la puissance de la centrale, raccordées aux cellules de protection moyenne tension 36KV. Les quatre cellules de boucle sont protégées par des disjoncteurs dits coter boucle, commandés par des relais de protection. Le disjoncteur des cellules MT coté ligne protégé le Jude barres 30KV des cellules MT.

Le poste de livraison reçoit l'énergie produite par la centrale et l'évacue vers le réseau 60KV, il assure la liaison entre la centrale et le réseau. Il se compose de 9 cellules MT à savoir :

1. Celle d'évacuation type disjoncteur CB
2. Cellule réserve type disjoncteur CB
3. Cellule de mesure type M4
4. Cellule boucle 1 type disjoncteur CB
5. Cellule boucle 2 types disjoncteur CB
6. Cellule réserve type disjoncteur CB
7. Cellule boucle 2 types disjoncteur CB
8. Cellule boucle 1 type disjoncteur CB
9. Cellule protection transformateur TSA type combiné interrupteur fusible sectionneur T1

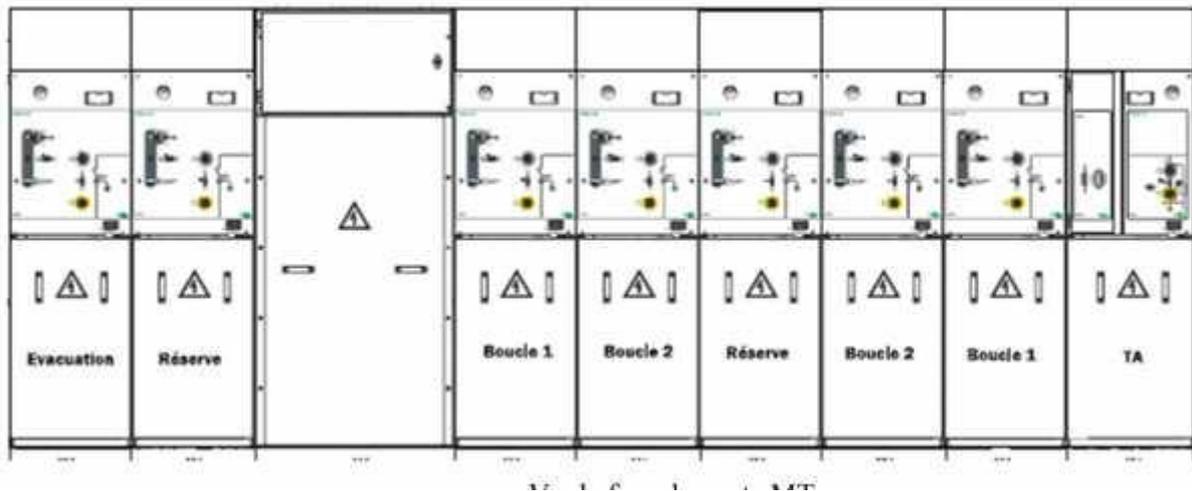


Figure 27 Vu de face du poste MT

Caractéristiques techniques communes entre les cellules :

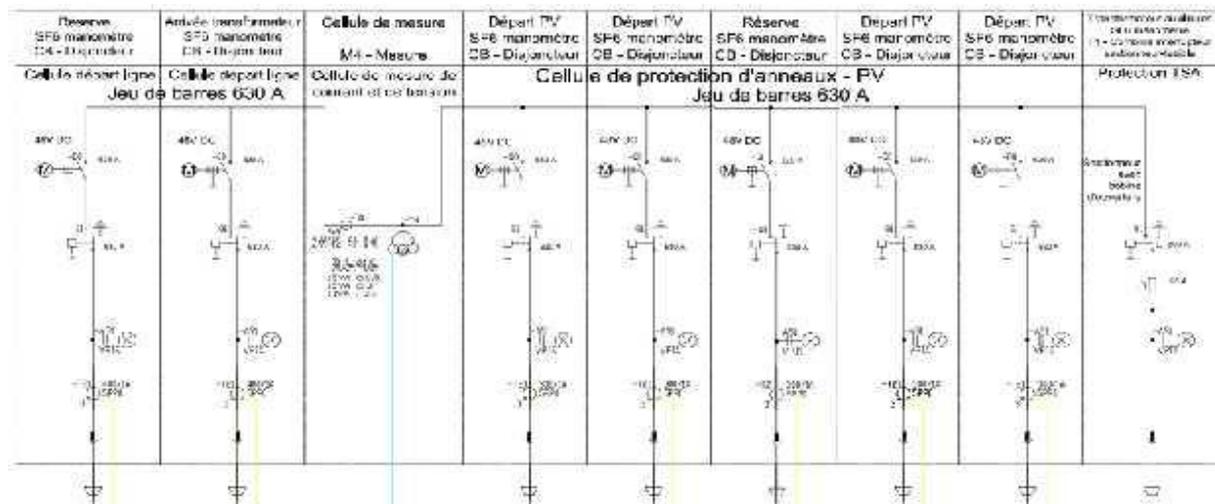
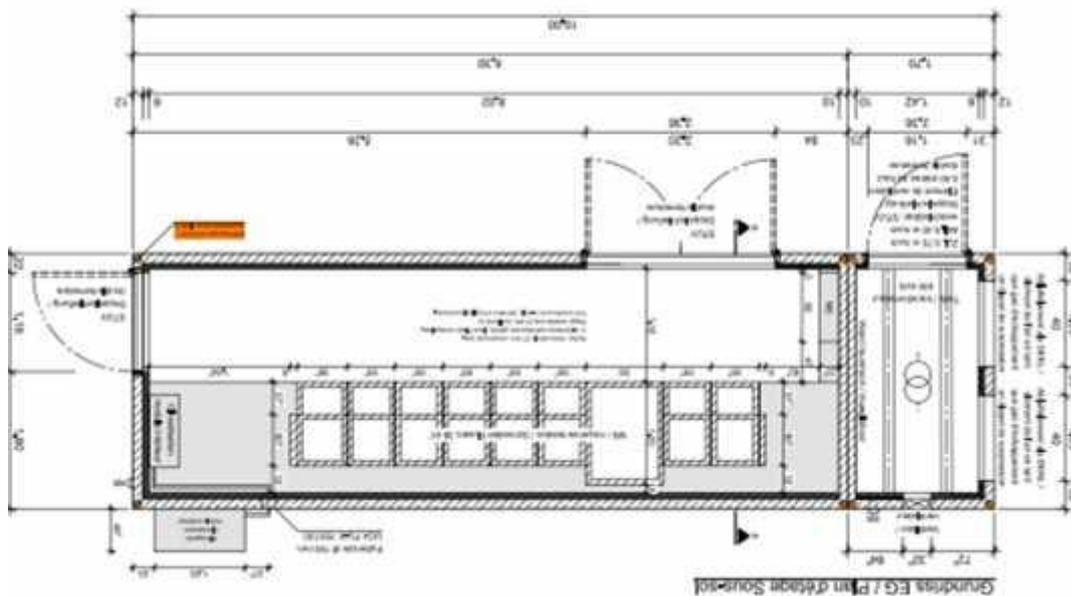
- Tension assignée U_r : 36 kV
- Niveau d'isolement assigné :
- ❖ Tenue à la tension fréquence industriel 50/60 Hz 1 min :
- Isolement U_d : 70 kV effa
- Sectionnement U_d : 80 kV effa
 - ❖ Tenue à la tension de choc de foudre :
- Isolement U_d : 170 kV effa
- Sectionnement U_d : 195 kV effa
 - Fréquence assignée f : 50 Hz
 - Courant assignée n service continu I_r :
- Appareillage I_r : 630 A effa
- Jeu de barres : 630 version compacte/ 1250 version modulaire
 - Courant de courtes durées admissibles assignées :
 - ❖ Dans les circuits principaux et les circuits de la mise à la terre I_{ke} :
- Pendant $t_{o=1s}$: 16/20/25 KA off
- Pendant $t_{o=3s}$: 20 KA off
 - Valeur de crête du courant durée admissible IP : 40/50/62.5 KV crête
 - Tenu à l'arc interne :
- classe IAC pour 1s : 16/20 pour AFL suivant norme CEI 62271-200
 - Pression de remplissage :
- Pression de remplissage assigné absolue à 20°C Pré : 130 kPa

Chapitre III : transformation d'énergie solaire

- Pression minimale de fonctionnement à 20°C Pré : 120 kPa

Combiné interrupteur-sectionneur à fusible T1 :

- Courant assigner en service continu Ir : 25 A effa
- Courant de transition I transition : 80 A effa
- Pouvoir de fermeture assigné en court-circuit Im a : 40/50/62.5 kV crête Disjoncteur à coupure dans le vide CB :
- Courant assigner en service continu Ir : 25 A e f f
- Séquence de manœuvres assignée : O-0.3s- OF-3 mn- CO
- Pouvoir de coupure assignée court-circuit : 16/20/25 kA effa
- Pouvoir de fermeture assigné en court-circuit Im a : 40/50/62.5 kV crête



Protection des boucles

Description	Disjoncteur cellule de boucle 8
Composant	MICOM P139
Transformateurs de courant	300/1A 60/1A
Surcharge de courant (50)	Is = 3824A Time setting = 0 s
Surcharge de courant temporisée (51)	Is = 318,6A Time dial = 0,05 Courbe = IEC 255-3 Inverse
Courant de défaut directionnel (67N)	Ioc = 63,7A Time setting = 0 s 60° forward 240° backward

Description	Disjoncteur cellule de boucle 7
Composant	MICOM P139
Transformateurs de courant	300/1A 60/1A
Surcharge de courant (50)	Is = 3345A Time setting = 0 s
Surcharge de courant temporisée (51)	Is = 279A Time dial = 0,05 Courbe = IEC 255-3 Inverse
Courant de défaut directionnel (67N)	Ioc = 55,8A Time setting = 0 s 60° forward 240° backward

6.5. Contrôle commande :

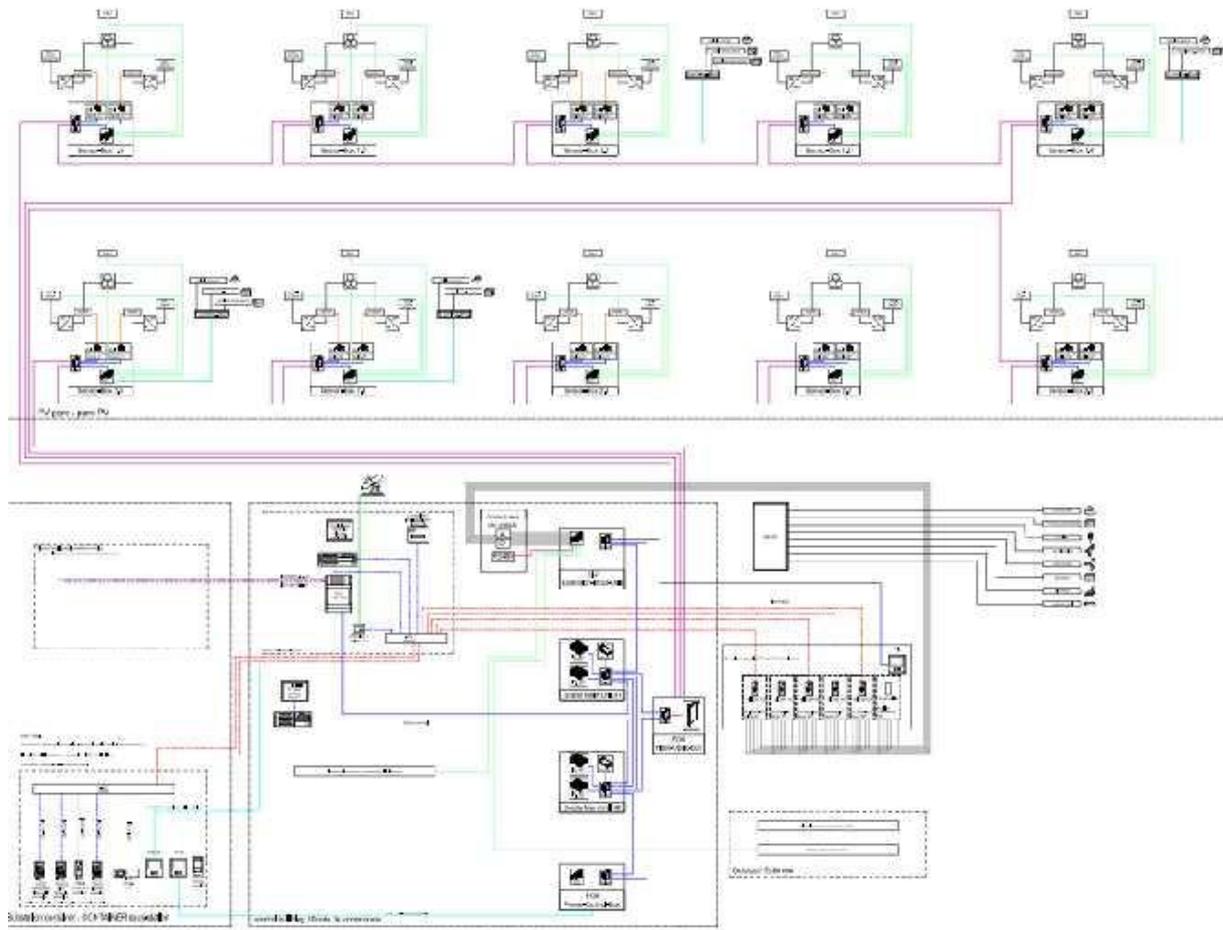


Figure 28 : Schéma global du système control commande

Le système de monitoring et contrôle est constitué de 04 parties principales.

- Son sort box au niveau des skid : cette dernière reçoit toutes les informations du skid (électriques et météorologique)
- Fibre optique box : regroupe toutes les informations envoyées depuis les son sort box via des câbles fibre optique
- Scada main unit SMU : le traitement des données émis par les son sort box ce fait dans la SMU dans les IPC, chaque SMU est équipé de deux IPC, un principal et l'autre de secoure pour assurer la redondance dans le système de contrôle commande.
- Le serveur : ce dernier assure le traitement des données et le stockage dans le système RED 5 afin d'assurer la sauvegarde et le traitement des données par la suite dans le web portal system.

Pour assure la flexibilité de l'accès à l'information chaque équipement dans le système monitoring et control et équipé d'une adresse IP pour permettre l'accès à distance via la poste de control commande PDC

6.6 .SMU (SCADA MAIN UNIT)

Communication d'installation pour la surveillance et la commande mondiale de l'installation photovoltaïque

- Connexion Internet via GPRS/EDGE/UMTS, DSL ou Ethernet
- Haute sécurité grâce au VPN codé
- Protection intelligente des composants (en cas de panne de courant, par exemple)
- Contrôle permanent de toutes les connexions de communication

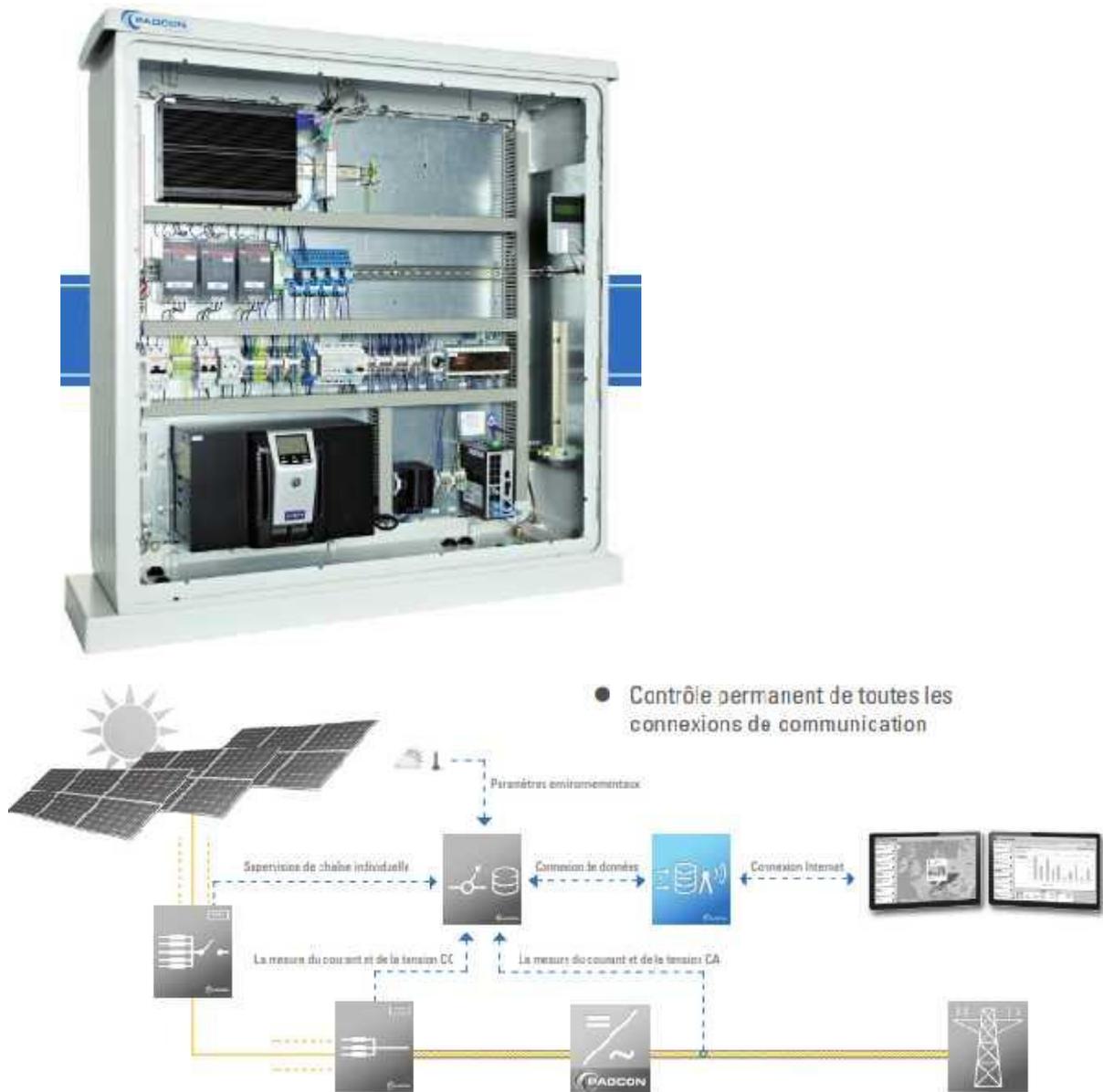
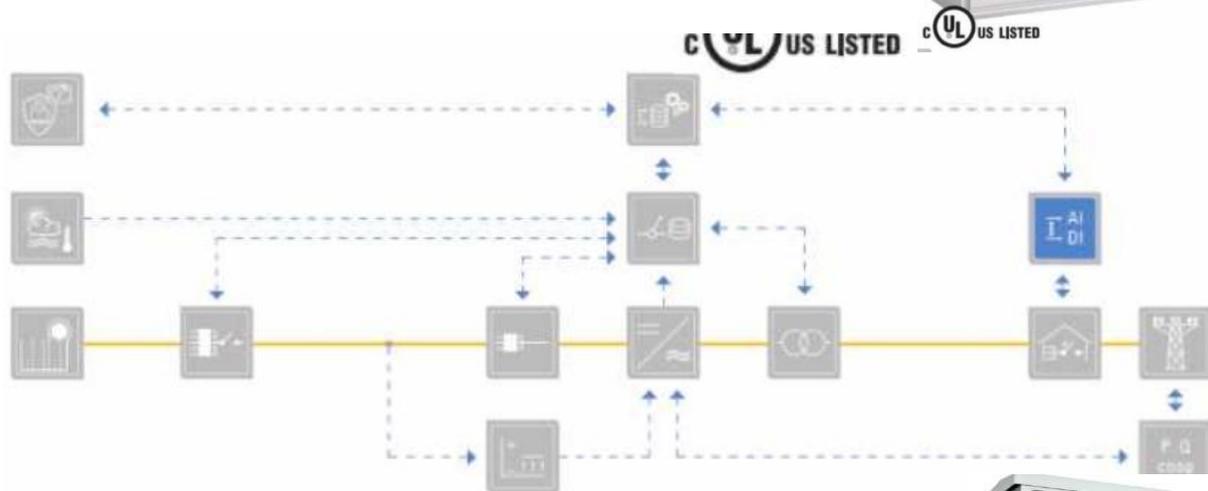


Figure 29 : Communication d'installation pour la surveillance et la commande mondiale de l'installation photovoltaïque

6.7 EIU Extension Input Unit

- Acquisition de données
- Intégration des signaux supplémentaires dans le système de SCADA
- L'acquisition du signal indépendant de l'emplacement
- Alerte individuelle possible
- Une connexion facile à la structure du réseau
- Modernisation facile



6.8 Fibre Optical Box

Unité fibre de verre central optique version Fibre de verre optique à cuivre

- Branchement de 10 stations maximum par câbles fibres optiques
- Connecteurs fibre optique : Duplex SC
- Single Mode (monomode) ou Multi Mode



6.9 Les batteries :

C'est un système de stockage d'énergie tout la journée Elle est deuxième système secours pendant la nuit pour les services auxiliaires.



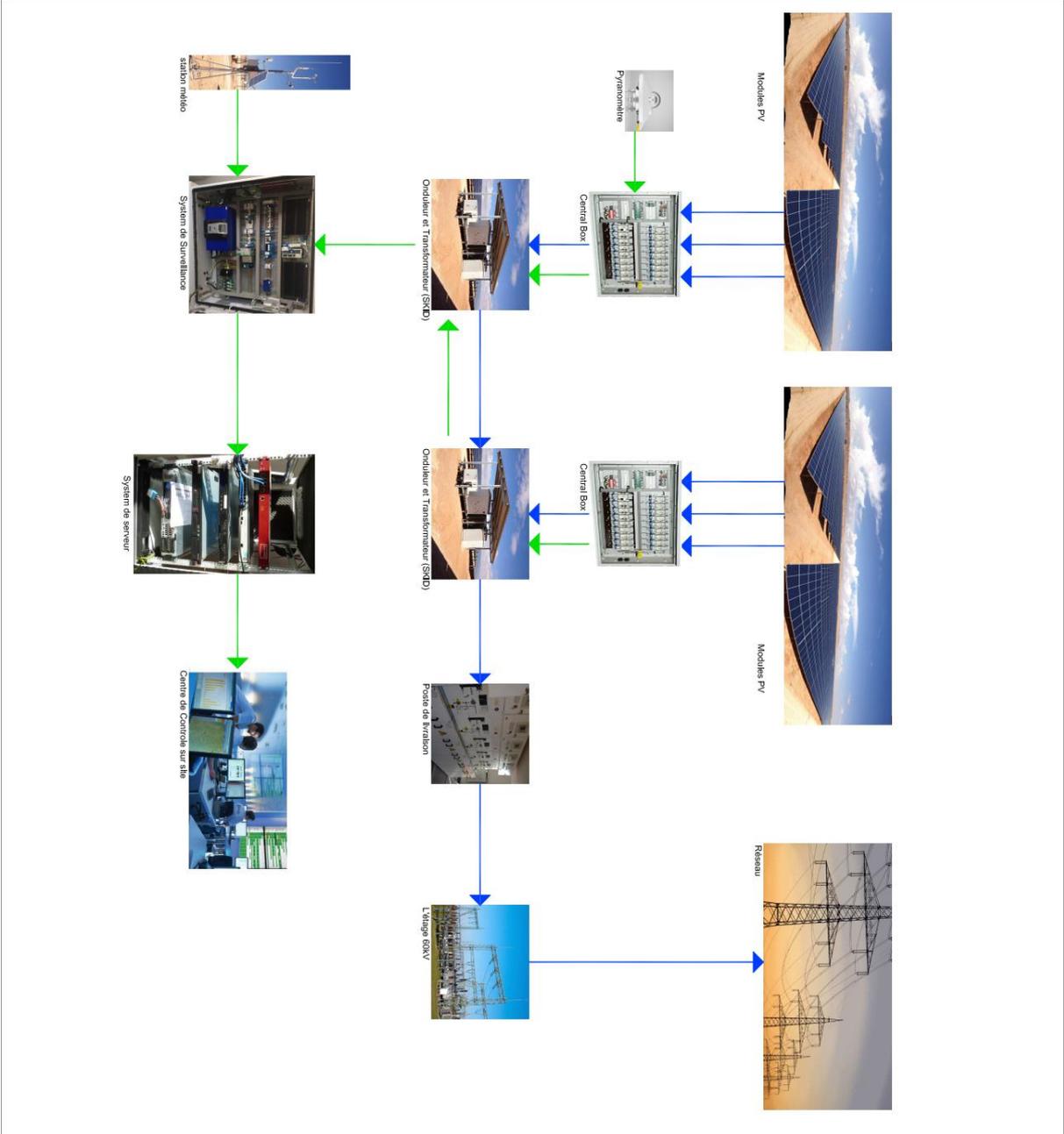


Figure 30 : Schéma de processus

Chapitre IV : Histoire de l'énergie solaire :

L'énergie solaire est propre et renouvelable. La Terre reçoit sous forme de lumière du Soleil plus de 10 000 fois l'énergie que l'humanité consomme. En effet, la surface du globe reçoit annuellement de l'énergie solaire ayant une puissance allant de 85 à 290 W/m²(9). Et cette énergie est inépuisable car elle est entretenue par les réactions nucléaires qui ont lieu dans le soleil. Bien que la ressource ait toujours existé, son utilisation est assez récente dans l'histoire de l'humanité. On voit apparaître les premières réalisations technologiques solaires au XIXe siècle mais c'est véritablement pendant la deuxième partie du XXe siècle que l'énergie solaire commence à apparaître comme une source d'énergie importante, particulièrement avec le développement du photovoltaïque. C'est dans le cadre de la course à l'espace entre Américains et Russes que la R&D dans cette énergie fait un bond. Puis peu à peu, à partir des années 1970, l'énergie photovoltaïque prend place dans l'industrie terrestre. L'histoire de l'énergie solaire ne peut se comprendre sans tenir compte de celles des énergies concurrentes (principalement les combustibles fossiles) et des contraintes économiques auxquelles elle est soumise.

1L'imaginaire solaire au cours du XIXe siècle

Au cours du XIXe siècle, la possibilité d'utiliser l'énergie du soleil pour répondre aux besoins énergétiques de la société humaine prend place dans la littérature. On peut citer par exemple le roman Travail d'Émile Zola (1901) dans lequel celui-ci peint le tableau d'une société harmonieuse, basée sur les progrès techniques avec une application généralisée de l'électricité². Vers la fin de l'ouvrage, le narrateur constate que l'épuisement des mines de charbon est un problème important en vue de la nécessité toujours plus importante de produire de l'électricité. C'est ainsi qu'il imagine la possibilité de capter l'énergie solaire afin d'en faire un « moteur universel »(10)

2 Énergie solaire thermique

L'énergie solaire thermique est le domaine dans lequel on cherche à transformer la lumière du Soleil en source de chaleur. S'il n'y a pas de nuages masquant le Soleil, il est possible de concentrer cette lumière avec des miroirs ou des lentilles, afin d'augmenter la température. L'énergie solaire thermique sert à chauffer, climatiser un intérieur, réfrigérer, congeler, chauffer l'eau pour la douche, la lessive ou les processus miniers, chauffer pour faire la cuisine, la chimie, théoriquement jusqu'à la métallurgie. C'est une énergie propre et renouvelable.

3 Dans l'Antiquité

Le système le plus ancien est la parabole solaire. Étudiée par le grec Dicoles (-240/-180), certaines sources affirment qu'on s'en servait pour allumer le feu des jeux olympiques antiques. Archimède (-287/-212) est connu pour avoir mis le feu aux navires de l'armée romaine à Syracuse avec des lentilles concentrant la lumière du Soleil. Bien que certaines personnes disent que ceci n'est qu'une légende, d'autres affirment que Léonard de Vinci dit s'en être inspiré pour l'un de ses nombreux concepts. Par ailleurs le poète Aristophane fait mention de la lentille solaire dans l'un de ses textes.

L'énergie solaire thermique à concentration était donc manifestement connue dès l'Antiquité

4 Au XIXe siècle

L'imaginaire solaire que l'on retrouve dans l'œuvre de Zola, celui-ci le tire des débats sur l'utilisation de l'énergie du soleil, qui alimentent le XIXe siècle.

Dès 1840, le risque d'un épuisement des stocks de charbons fait débat. Pour certains, l'expansion massive de l'industrie du charbon couplé à la demande croissante en énergie et la généralisation du libre-échange met en péril les réservoirs de combustibles². Par ailleurs, l'économiste anglais Stanley Jevons met en avant le paradoxe que plus l'efficacité des technologies augmente, plus la consommation totale de carburant augmente également et donc conduit à un épuisement des ressources².

C'est ainsi qu'en 1867, l'ingénieur français Louis Simonie publie un ouvrage *La Vie souterraine ou les mines et les mineurs*, dans lequel il propose de « mettre le soleil en bouteille »². Il considère l'utilisation des énergies naturelles, comme le solaire, comme une voie alternative aux combustibles fossiles. D'autres ingénieurs tentent même de construire des machines fonctionnant à l'énergie solaire comme John Ericsson ou encore Augustin Mouchotte. Le premier développe dans les années 1860 un nouveau système de machine à vapeur, utilisant les rayons du Soleil. Il publie également un ouvrage en 1868, *The Use of Solar Heat as a Mechanical Motors-Power*, dans lequel il décrit le solaire comme principale alternative à la crise des ressources de carburants fossiles². Mouchotte lui, construit en 1865 un appareil composé d'un miroir captant les rayons solaires, au fond duquel une marmite porte l'eau à ébullition. Mais la fin des années 1860 est marquée par la guerre franco-prussienne qui met fin pour un temps à ces expérimentations. Il reprend ses travaux dans les années 1870, où il est financé par L'Association française pour l'avancement des sciences qui a pour objectif le redressement national par la modernité².

L'utilisation de l'énergie solaire prend aussi place dans les logiques impérialistes françaises dans le cadre de la colonisation en Algérie. Afin de renforcer cette colonisation, le gouvernement français tient à exploiter de nouveaux territoires (264 villages créés ou agrandis entre 1871 et 1880, 401 000 hectares de terres à cultiver²) et il doit répondre à la question de la production énergétique dans ces territoires qui manquent de combustibles fossiles et sont peu desservis par des routes ou des voies ferrées. L'utilisation de ressources renouvelables comme le soleil se présente donc comme une alternative et en 1877, Mouchotte est financée de 10 000 francs² pour réaliser une mission scientifique en Algérie. Celui-ci avait notamment annoncé que si le climat de l'Europe n'était pas forcément le plus adéquat à une utilisation de l'énergie solaire, les régions au climat intertropical où les rayons du soleil sont plus présents et plus puissants, comme l'Algérie, seraient beaucoup plus intéressantes pour installer des installations solaires². Mouchotte améliore les rendements de ses machines à Alger lors d'une deuxième mission en Algérie en 1879. Il est même financé de 5 000 francs² pour construire un réflecteur solaire pour représenter l'Algérie à l'exposition universelle de Paris de 1878. Sa machine est saluée par le public, le jury et la presse.

Suite à ce succès, l'associé de Mouchotte, Abel Piffre, multiplie les démonstrations et les déclarations où il met en avant les possibilités qu'apportent les machines de Mouchotte ainsi que sa vision du futur où il voit le solaire prendre une place importante dans le système énergétique européen. Mais en dépit de l'enthousiasme du public, les machines solaires peinent à être efficaces dans la pratique. Leur coût trop élevé et leur rendement très faible combiné à l'apparition d'énergies combustibles peu coûteuses entraînent peu à peu la disqualification de la trajectoire énergétique solaire. L'utilisation de l'énergie solaire est alors considérée comme irréaliste et pénètre dans l'espace de la littérature utopiste².

5 Au XIXe siècle

En 1949, le savant Félix Trombe met au point un four solaire à Montlouis. Basé sur les travaux de Lavoisier sur l'énergie solaire concentrée, il s'agit d'une parabole, capable de chauffer à plus de 3 500 °C, à condition de bénéficier d'un soleil sans nuages.

Le four solaire d'Odeillo, le plus grand au monde.

En 1968, Félix Trombe met au point un nouveau modèle, le four solaire d'Odeillo. Aujourd'hui encore le plus grand four solaire au monde, le four solaire d'Odeillo chauffe à plus de 3 500 °C. Aucun matériau ne lui résiste, même le diamant fond. Utilisant l'énergie solaire, il offre la vision d'une métallurgie futuriste utilisant une énergie propre et renouvelable

6 Énergie solaire électrique

L'énergie solaire électrique est le domaine qui vise à transformer la lumière du Soleil en électricité. Tandis que le solaire photovoltaïque le fait directement, la solaire thermodynamique passe par un détour (l'énergie thermique) et accuse d'une perte d'efficacité globale comparé au photovoltaïque. Les systèmes photovoltaïques sont des panneaux utilisant au minimum deux matériaux actifs, dans la famille des semi-conducteurs. On a besoin de créer une sorte d'escalier (asymétrie) afin que les électrons libres aillent dans un seul sens et créent un courant électrique. Le système photovoltaïque peut être avec n matériaux actifs, avec ou sans concentration, avec ou sans contact avant, cristallisé ou amorphe, à couches minces ou épaisses. L'électricité produite peut servir à l'éclairage, au fonctionnement des ordinateurs et des serveurs Internet, au pompage des eaux souterraines ainsi qu'à de nombreux autres usages et peut être transportée sur de longues distances. C'est une énergie propre et renouvelable

7 Apparition de la photovoltaïque et première utilisation dans le cadre de la course de l'espace

Évolution des rendements record des cellules photovoltaïques de 1976 à 2016

En 1839, Edmond Becquerel découvre l'effet photoélectrique, le principe physique à la base de la production d'énergie solaire photovoltaïque³. En 1953, le physicien Gerald Pearson et le chimiste Calvin Fuller, des laboratoires Bell, arrivent à réaliser la première cellule solaire à base de silicium⁴. Cette cellule est capable de transformer les rayons du soleil en électricité⁴. Pendant ce temps, un autre scientifique des mêmes laboratoires, Daryl Chaplin, fait des recherches sur la possibilité de produire de l'énergie dans les zones humides où les batteries traditionnelles se dégradent rapidement. Il s'intéresse alors au photovoltaïque comme

alternative et reprend la découverte de Pearson et Fuller. Après plusieurs améliorations il parvient à réaliser en 1954 une cellule solaire avec une efficacité de 6 %, soit au-dessus de l'efficacité limite qu'il s'était donnée pour que la cellule soit une source d'énergie intéressante (5,7 %) ⁴. Mais face au prix très élevé du silicium, cette technologie peine à apparaître dans le monde industriel.

Les panneaux photovoltaïques trouvent leur première application dans le cadre de la course à l'espace ⁴. L'armée américaine veut les utiliser dans le cadre d'un projet secret : les satellites. La Davy, qui s'est vu donner la responsabilité d'envoyer le premier satellite américain, équipe son satellite, le Van Guardi I, d'une batterie électrochimique et de panneaux solaires. Il est lancé le 17 mars 1958. Alors que la batterie s'épuise en 1 semaine environ, les cellules solaires continuent à produire de l'électricité pendant des semaines ⁴. Malgré ce succès, la Nasa refuse de voir le photovoltaïque comme une solution suffisamment efficace pour les satellites. Cependant, des cellules solaires encore plus efficaces sont réalisées et vers la fin des années 1960, l'énergie solaire est considérée comme la principale source d'énergie pour les satellites. Dans le cadre de course à l'espace, le gouvernement a dépensé environ 50 millions de dollars dans la R&D pour l'énergie solaire entre 1958 et 1969 ⁴.

8 Premières utilisations sur terre

Pendant plusieurs années, le photovoltaïque reste cantonné au domaine de l'industrie spatiale au vu du coût extrêmement élevé des cellules solaires en silicium (100 \$ par watt au début des années 1970 ⁴). Il est aussi utilisé par des agences gouvernementales qui ont beaucoup de moyens. Par exemple, la CIA installe des appareils de mesure qui fonctionnent à l'énergie solaire pour surveiller le trafic sur la piste Hô Chi Minh pendant la guerre du Vietnam ⁴. Tandis que dans les années 1960 apparaît le mouvement écologiste, notamment à travers la protestation contre le nucléaire, en 1973 avec le premier choc pétrolier, les industriels s'intéressent à cette source d'énergie autorisant plus d'autonomie ³. Les deux mouvements convergeront et feront de l'énergie solaire un domaine à la fois technique et politique. C'est au début des années 1970 que les cellules photovoltaïques sont pour la première fois produites à large échelle sur terre. En 1973, la Soler Power Corporation, compagnie fondée par le docteur Elliot Ber man et financée par Exxon, commence à produire des cellules solaires ayant un coût de 20 \$ par watt ⁴. La première industrie à s'intéresser au photovoltaïque est l'industrie du pétrole ⁴. Celle-ci en a besoin pour alimenter des lumières signalétiques sur les sites d'extraction mais également pour combattre la corrosion dans les tuyaux, ce qui se fait par l'utilisation de petites quantités d'électricité. L'utilisation du photovoltaïque prend également un sens économiquement pour les garde-côtes ⁴. En effet, l'utilisation de batteries non rechargeables pour alimenter les bouées les obligent à dépenser des milliers de dollars pour changer les batteries. Après des années de bataille avec ses supérieurs, le lieutenant Lloyd Lo mer parvient en 1977 à obtenir du gouvernement un programme photovoltaïque pour équiper ces appareils ⁴. Le photovoltaïque prouve son intérêt et son utilité dans les chemins de fer dans les années 1970 ⁴. En effet, les appareils permettant la sécurité sur les voies nécessitent un peu d'électricité et acheminer de l'électricité sur de

longues distances coûte cher. C'est ainsi que plusieurs compagnies de chemins de fer se convertissent au photovoltaïque.

9 Photovoltaïque dans les pays en développement

L'utilisation de l'énergie solaire prend sens par la suite au Mali quand la grande sécheresse frappe le Sahel et cause la mort de milliers de personnes⁴. Bernard Respire en, un religieux français, intervient au Mali initiant un programme de pompage d'eau à l'aide de panneaux photovoltaïques. Inspiré par la première pompe solaire installée au sommet d'une colline en Corse, initiée par Dominique Campana, Il met en place la première pompe solaire africaine au Mali qui devient un modèle pour tous les pays en développement⁴. On compte en effet à la fin du XXe siècle des dizaines de milliers de pompes solaires dans les pays en développement⁴.

10 Progrès récents du photovoltaïque

Dans les années 1970 et 1980, les programmes de recherches gouvernementaux en Amérique, en Europe et au Japon ont l'idée de construire des grandes centrales solaires⁴. Mais un ingénieur suisse, Markus Real, met en avant l'idée qu'il serait beaucoup plus économique que chaque particulier ait ses propres panneaux solaires. Il arrive à prouver son idée en faisant installer des panneaux solaires sur 333 toits à Zurich⁴. Son opération est un succès et depuis plusieurs gouvernements financent des plans énergétiques pour inciter leurs citoyens à installer des panneaux solaires sur leur toit. On peut penser notamment au 1000-Dächer-Programm (de) en Allemagne, lancé entre 1990 et 1995⁽¹¹⁾.

Au début du XXIe siècle, l'électricité produite à partir du photovoltaïque coûte 25 \$ par kilowatt⁴. Cela revient donc moins cher d'utiliser l'énergie solaire que d'installer des fils électriques sur des kilomètres pour alimenter des appareils nécessitant peu d'énergie. En revanche, cela reste beaucoup plus cher que l'électricité produite par les combustibles fossiles. La recherche s'axe donc sur la nécessité de produire des cellules solaires beaucoup moins chères pour que le solaire soit plus compétitif que les combustibles fossiles dont les ressources s'épuisent et dont la combustion entraîne le réchauffement global de la planète. En effet, l'apparition grandissante dans les consciences du danger que peut causer le réchauffement climatique place l'énergie solaire comme une alternative de plus en plus sérieuse aux énergies fossiles⁽¹²⁾.

En 2009, la production énergétique mondiale due au photovoltaïque est de 10,66 GW⁵. Les cellules solaires majoritairement produites sont celles à base de silicium mono et poly cristallin avec un coût de production de 1,5 \$ par watt mais des progrès sont également faits dans le domaine des cellules solaires à couche mince qui coûtent 0,76 \$/W et atteignent un rendement d'environ 20 %⁵.

Depuis, la R&D du photovoltaïque s'intéresse à la possibilité de produire des cellules solaires à partir de matériaux organiques qui auraient l'avantage d'être beaucoup moins cher et plus flexibles que les cellules à base de silicium. En 2013, on parvient à avoir des rendements de presque 9 % avec des cellules organiques à base de polymère⁶. Mais la

difficulté de production de ces matériaux entraîne la recherche dans le solaire vers la possibilité de construire des cellules solaires à partir de molécules organiques simples. C'est ce que parviennent à faire les chercheurs de l'Institut Montech-Anjou en réalisant une cellule solaire à base d'une molécule dont la synthèse présente d'excellent rendements en masse et dont la conversion en électricité atteint les 4 %.

Chapitre V : étude d'impact :

1. Evaluation des impacts prévisibles du projet :

1.1. Démarche d'identification et d'évaluation des impacts utilisée :

Afin de pouvoir identifier d'une manière exhaustive tous les impacts environnementaux du Projet durant ses trois phases de vie (construction, exploitation, démantèlement), nous avons

été amenés à identifier d'abord toutes les activités liées au projet et pour chacune des trois Phases précitées. Puis, pour chaque activité, nous avons déterminé les effets ou aspects Environnementaux qui sont, par définition, les éléments d'activité susceptibles d'interaction Avec l'environnement. Chaque effet peut produire un ou plusieurs impacts sur L'environnement, ces impacts peuvent être positifs ou négatifs, directs ou indirects. Pour évaluer l'importance globale des impacts identifiés nous avons procédé en trois étapes :

1ère étape : évaluation de l'effet : cette évaluation porte sur trois critères notamment sa durée, Son intensité et sa conformité. La cotation se fait sur deux ou trois niveaux conformément au

Tableau ci-dessous :

Tableau 14 : Critères d'évaluation et échelle de cotation des effets

Tableau n°15 : Critères d'évaluation et échelle de cotation des effets		
Critère	Definition	Echelle de cotation
Durée	Laps de temps pendant lequel l'effet se produit	Courte : court terme
		Moyenne: Moyne termer
		Longue : long terms
Intensité	Représente l'ampleur ou la puissance d'un effet. La détermination de l'intensité nécessite une quantification pour une comparaison avec des normes ou des valeurs de référence lorsqu'elles existent.	Faible
		Moyenne
		Forte
Conformité	Conformité à la législation et la réglementation algérienne en vigueur	Conforme
		Non conform

2ème étape : évaluation de l'importance de l'impact

Une fois l'effet évalué, nous évaluons dans un deuxième temps les conséquences de cet effet sur l'environnement du projet. Ces conséquences sont évaluées en fonction de trois critères notamment : l'étendu, la sensibilité du milieu et la réversibilité. La cotation quant à elle se fait sur trois niveaux conformément au tableau n°2 suivant

Tableau 15 : Critères d'évaluation et échelle de cotation des impacts

Tableau n° 16 : Critères d'évaluation et échelle de cotation des impacts		
Critère	Definition	Echelle de cotation
Etendue	Représente l'espace affecté par un effet donné	Locale
		Régionale
		National Ou global
Sensibilité du milieu	Relative fragilité d'une composante de l'environnement par rapport à l'effet perturbateur considéré	Faible
		Moyenne
		Forte
Réversibilité	Correspond à la rétroaction dans le temps d'un élément de l'environnement par rapport à une agression quelconque	Reversible
		Partiellement reversible
		Irreversible

3ème étape : évaluation de l'importance globale de l'impact environnemental

Sur la base des différents critères d'évaluation de l'effet et de l'impact, nous déterminons l'importance globale de l'impact qui constitue son évaluation finale.

Les résultats de cette évaluation sont consignés dans les tableaux suivants :

1.2. Identification et évaluation des impacts

1.2.1. Phrase de constriction

Tableau 16 : Identification et évaluation des effets et impacts environnementaux de la phase de construction

Tableau n°17 : Identification et évaluation des effets et impacts environnementaux de la phase de construction											
Activité	Identification/ évaluation des aspects (effets) environnementaux				Identification/ évaluation des impacts environnementaux						Commentaries
	Aspect	Durée	Intensité	Conformité réglementaire	Impact	Nature	Etendue	Sensibilité du milieu	Réversibilité	Importance	
Décapage des zones où la végétation est gênante	Emission de bruit et vibration par les engins de chantier	Courte	Faible	Conforme au DE 03-410	Perturbation du cadre de vie des riverains	Négatif / direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	Une seule habitation à 500 m du site. Les zones d'habitation sont à plus de 4km. Les opérations s'effectuent durant la période diurne uniquement.
					Perturbation de la faune locale	Négatif / direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	Le site est situé à proximité du chemin de wilaya qui émet des bruits et vibration analogues. La faune s'est adaptée à ce type de perturbation. Les opérations s'effectuent durant la période diurne uniquement. En outre le site est situé loin des zones protégées.
	Emission des gaz d'échappement des engins de chantier	Courte	Faible	Conforme au DE 03-410	Dégradation de la qualité de l'air	Négatif / direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	Les gaz émis se dispersent et se diluent dans l'atmosphère, la qualité de l'air est similaire à celle d'une zone située à proximité d'un axe routier de faible circulation.
	Emission de poussière par soulèvement	Courte	Faible	Non réglementée	Dégradation de la qualité de l'air	Négatif / direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	Les poussières émises sont constituées de terre et de sable, les particules sont grossières et retombent à proximité du site.
					Perturbation du cadre de vie des riverains	Négatif / direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	Les poussières émises sont de moindre importance que celles soulevées par les vents de sable fréquents dans la région. Les émissions ont lieu sur une durée limitée durant la journée (moins de 8 heures/ jour)
	Consommation d'hydrocarbures par les engins	Courte	Faible	Non réglementée	Pression sur les ressources en hydrocarbures	Négatif / direct	Locale	Faible	Irréversible	Faible	Les consommations d'hydrocarbures sont négligeables comparées aux consommations énergétiques locales.
	Elimination du couvert végétal	Moyenne	Faible	Conforme à la Loi 03-10 : art 41 et du DE 12-	Disparition de la flore locale	Négatif / direct	Locale	Moyenne	Partiellement réversible	Faible	Elimination partielle et temporaire de l'alfa au niveau site. Cette espèce n'est pas visée par la liste des espèces protégées définie par le DE 12-03. De même, il n'y a pas d'espèces protégées sur le site et telle que citées dans le DE 12-03. Le milieu est moyennement sensible car il y a régression globale des nappes alfatières au niveau de la commune. L'alfa ainsi que les autres espèces végétales pourront reprendre leur développement sur site à moyen terme.
					Destruction partielle de l'habitat des espèces animales de la région	Négatif / direct	Locale	Faible	Partiellement réversible	Faible	Parmi les espèces animales identifiées sur site, il n'existe pas d'espèce protégées visée par les dispositions de la loi 03-10 et le DE 12-235. Cependant, il est à signaler que la durée de l'EIE n'a pas permis de faire un inventaire exhaustif des espèces animales dont l'habitat est menacé au Niveau du site.

				03	Limitation des zones de pâturages pour les éleveurs locaux	Négatif / indirect	Locale	Faible	Partiellement réversible	Faible	La charge pastorale autour de la ville de Naâma est estimée à 0,6 à 0,7 tête d'ovin/ hectare. La végétation au niveau du site est initialement fortement dégradée, le couvert végétal est faible avec un taux de recouvrement de l'ordre de 5 à 10%. Les parcours à base d'Alfa, ou associé à Launaea acanthoclada ou à Arthrophytum scoparium (Remt), sont en général considérés Comme mauvais ou médiocres.
					Desertification du milieu	Négatif indirect	Locale	Forte	Partiellement réversible	Faible	Il s'agit d'un milieu sensible à l'érosion hydrique et éolienne, l'élimination du couvert végétal favorise ce phénomène. L'étendu de ce phénomène est limité au site. Cependant, à moyen terme il y aura reprise du développement du couvert végétal et limitation du phénomène de désertification. En outre le site est situé très loin des zones protégées.

Tableau 17 : Identification et évaluation des effets et impacts environnementaux de la phase de construction (suite)

Tableau n°17 : Identification et évaluation des effets et impacts environnementaux de la phase de construction (suite)											
Activité	Identification/ évaluation des aspects (effets) environnementaux				Identification/ évaluation des impacts environnementaux						Observations/ Commentaires
	Aspect	Durée	Intensité	Conformité réglementaire	Impact	Nature	Etendue	Sensibilité du milieu	Réversibilité	Importance	
Décapage des zones où la végétation est gênante	Déplacement de terre meuble et de sable	Moyenne	Moyenne	Non réglementée	Perturbation de la faune locale par destruction potentielle de son habitat	Négatif/direct	Locale	Faible	Partiellement réversible	Faible	Certaines espèces animales tels que serpents, gerboises, scorpions, lézards identifiées sur site ainsi que les insectes tels que fourmis, bousiers, aménagent des refuges dans le sol. L'élimination de ce dernier constitue une pression sur ces espèces. Cependant, il est à signaler que la durée de l'EIE n'a pas permis de faire un inventaire exhaustif des espèces animales dont l'habitat est menacé au niveau du site.
					Limitation de l'expansion de la flore locale	Négatif/direct	Locale	Moyenne	Partiellement réversible	Moyenne	Il a été constaté la présence, à proximité du site, une espèce végétale non cultivée protégée par les dispositions du DE 12-03 : Heliumtemum lippii. Le décapage du sol peut Limiter son expansion.
	Déversement d'huile ou d'hydrocarbure sur le sol.	Courte	Faible	Conforme à la loi 03-10 : art. 59.	Pollution de la nappe phréatique	Négatif/direct	Locale	Forte	Partiellement réversible	Faible	Les déversements peuvent avoir lieu d'une manière accidentelle : rupture de flexibles hydrauliques des engins ou mauvaise étanchéité des circuits (huiles, hydrocarbures). Les quantités déversées sont faibles et rapidement récupérés et absorbés par les opérateurs sur site. La nappe phréatique est située à environ 10m de profondeur et le sol est favorable aux infiltrations (carapace calcaire sur des grés siliceux, friables, sableux) Les modalités d'application de l'art.62 de la loi 03-10 ne sont pas encore fixées par voie réglementaire.
	Compact age/	Longue	Faible	Conforme au	Perte de terrain d'expansion de la flore	Négatif/direct	Locale	Moyenne	Partiellement réversible	Faible	Modification de la structure du sol/de la consistance du sol et donc diminution des fonctions naturelles du sol (fonction de biotope, de régulation et de réservoir, de tampon et de filtre). Les travaux seront réalisés après l'obtention du permis de voirie.

Aménagement de piste d'accès	tassement du sol			DE 04-392	Perturbation de la faune	Négatif/direct	Locale	Faible	Partiellement réversible	Faible	Destruction d'un habitat potentiel pour la faune locale
					Perte de la capacité de rétention d'eau	Négatif/direct	Locale	Faible	Partiellement réversible	Faible	La surface compactée est : 200 m x 6 m = 1200 m ² .
	Emission de bruit et vibration par les engins de chantier	Courte	Faible	Conforme au DE 03-410	Perturbation du cadre de vie des riverains	Négatif/direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	Une seule habitation à 500 m du site. Les zones d'habitation sont à plus de 4km. Les opérations s'effectuent t Durant la période d'urne uniquement.
					Perturbation de la faune locale	Négatif/direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	Le site est situé à proximité du chemin de wilaya qui émet des bruits et vibration analogues. La faune s'est adaptée à ce type de perturbation. Les opérations s'effectuent durant la période diurne uniquement. En outre le site est situé loin des zones protégées.
	Emission des gaz d'échappement des engins de chantier	Courte	Faible	Conforme au DE 03-410	Dégradation de la qualité de l'air	Négatif/direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	Les gaz émis se dispersent et se diluent dans l'atmosphère, la qualité de l'air est similaire à celle d'une zone située à proximité d'un axe routier de faible circulation.
	Emission de poussière par soulèvement	Courte	Faible	Non réglementée	Dégradation de la qualité de l'air	Négatif/direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	Les poussières émises sont constituées de terre et de sable, les particules sont grossières et retombent à proximité du Site.
Rapport de matériaux (gravats)	Courte	Faible	Non réglementée	Pression sur les ressources minières	Négatif/direct	Locale	Faible	Partiellement réversible	Faible	Le gravier peut être retiré et récupéré en fin de vie de Installation.	
Mise en place de clôture autour du site	Coupure et isolement des terres/ effet de barrière	Longue	Faible	Non réglementée	Perturbation de la faune locale	Négatif/direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	La clôture est en grillage Zimmerman permettant le passage des petits mammifères (gerboise) ; des serpents, scorpions, lézards. Les mammifères de plus grandes tailles peuvent contourner la clôture dont les dimensions extrêmes sont de 532m x 606m.

Tableau 17 : Identification et évaluation des effets et impacts environnementaux de la phase de construction (suite)

Tableau n°17 : Identification et évaluation des effets et impacts environnementaux de la phase de construction (suite)											
Activité	Identification/ évaluation des aspects (effets) environnementaux				Identification/ évaluation des impacts environnementaux						Observations/ Commentaries
	Aspect	Durée	Intensité	Conformité réglementaire	Impact	Nature	Etendue	Sensibilité du milieu	Réversibilité	Importance	
Creusement des fondations des structures et réalisation des tranchées pour les câbles électriques enterrés	Emission de bruit et vibration par les engins de chantier	Courte	Faible	Conforme au DE 03-410	Perturbation du cadre de vie des riverains	Négatif / direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	Une seule habitation à 500 m du site. Les zones d'habitation sont à plus de 4km. Les opérations s'effectuent Durant la Période diurne uniquement.
					Perturbation de la faune locale	Négatif / direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	Le site est situé à proximité du chemin de wilaya qui émet des bruits et vibration analogues. La faune s'est adaptée à ce type de perturbation. Les opérations s'effectuent durant la période diurne uniquement. En outre le site est situé loin des zones protégées.
	Emission des gaz d'échappement des engins de chantier	Courte	Faible	Conforme au DE 03-410	Dégradation de la qualité de l'air	Négatif / direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	Les gaz émis se dispersent et se diluent dans l'atmosphère, la qualité de l'air est similaire à celle d'une zone située à proximité d'un axe routier de faible circulation.
	Emission de poussière par soulèvement	Courte	Faible	Non réglementée	Dégradation de la qualité de l'air	Négatif / direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	Les poussières émises sont constituées de terre et de sable, les particules sont grossières et retombent à proximité du Site.
					Perturbation du cadre de vie des riverains	Négatif / direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	Les poussières émises sont de moindre importance que celles soulevées par les vents de sable fréquents dans la région. Les émissions ont lieu sur une durée limitée durant la journée (moins de 8 heures/ jour)
	Consommation d'hydrocarbures par les engins	Courte	Faible	Non réglementée	Pression sur les ressources en hydrocarbures	Négatif / direct	Locale	Faible	Irréversible	Faible	Les consommations d'hydrocarbures sont négligeables comparées aux consommations énergétiques locales.
	Production de déchets inertes	Courte	Faible	Conforme à la loi 01-19	Perte d'espace pour le stockage des déchets	Négatif / direct	Locale	Faible	Partiellement réversible	Faible	Le site est situé sur un encroutement calcaire (TUF), le creusement des fondations génère une quantité de déchets inerte « le TUF » qui peut être déposé à proximité du site et récupéré par les entreprises de travaux publique pour la stabilisation des pistes et routes. Une partie du tuf extrait et réutilisé pour le comblement des tranchées creusés au niveau du site.
Mise en place des câbles d'évacuation enterrés des structures vers le poste de livraison	Production de déchets de câbles	Courte	Faible	Conforme à la loi 01-19	Perte d'espace pour le stockage des déchets	Négatif / direct	Locale	Faible	Partiellement réversible	Faible	Les déchets de câbles sont des déchets spéciaux constitués d'une âme métallique en cuivre protégé par une gaine en matières plastiques. Ces deux matériaux sont recyclables. Ces déchets seront stockés provisoirement sur site en attendant leur élimination par une entreprise agréée.
	Emission de bruit et				Perturbation du cadre de vie des riverains	Négatif / direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	Une seule habitation à 500 m du site. Les zones d'habitation sont à plus de 4km. Les opérations s'effectuent Durant la Période diurne uniquement.

Installation de piquets porteurs (par battage)	vibration par les engins de chantier	Courte	Faible	Conforme au DE 03-410	Perturbation de la faune locale	Négatif / direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	Le site est situé à proximité du chemin de wilaya qui émet des bruits et vibration analogues. La faune s'est adaptée à ce type de perturbation. Les opérations s'effectuent durant la période diurne uniquement. En outre le site est situé loin des zones protégées.
	Emission des gaz d'échappement des engins de chantier	Courte	Faible	Conforme au DE 03-410	Dégradation de la qualité de l'air	Négatif / direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	Les gaz émis se dispersent et se diluent dans l'atmosphère, la qualité de l'air est similaire à celle d'une zone située à proximité d'un axe routier de faible circulation.
	Consommation d'hydrocarbures par les engins	Courte	Faible	Non réglementée	Pression sur les ressources en hydrocarbures	Négatif / direct	Locale	Faible	Irréversible	Faible	Les consommations d'hydrocarbures sont négligeables comparées aux consommations énergétiques locales.

Tableau 17 : Identification et évaluation des effets et impacts environnementaux de la phase de construction (suite)

Tableau n°17 : Identification et évaluation des effets et impacts environnementaux de la phase de construction (suite)											
Activité	Identification/ évaluation des aspects (effets) environnementaux				Identification/ évaluation des impacts environnementaux						Observations/ Commentaires
	Aspect	Durée	Intensité	Conformité réglementaire	Impact	Nature	Etendue	Sensibilité du milieu	Réversibilité	Importance	
Lestage des piquets par plots de béton isolés et non ferrailés	Consommation d'eau pour la préparation du béton	Courte	Faible	Conforme à la loi 05-12	Pression sur les ressources en eau	Négatif / direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	L'eau est approvisionnée par citerne à partir du réseau AEP. L'eau est utilisée d'une manière rationnelle, le gaspillage est évité. La quantité d'eau nécessaire à la préparation du béton est estimée à 487 m ³ .
	Production de déchets (sacs de ciments)	Courte	Faible	Conforme à la loi 01-19	Perte d'espace pour le stockage des déchets	Négatif / direct	Locale	Faible	Partiellement réversible	Faible	Les déchets sont classés ménagers et assimilés (sacs en papier) et peuvent être acheminés vers le CET de Naâma pour déchets MA. La quantité de déchet est estimée à 3 tonnes.
	Imperméabilisation du sol par le béton	Longue	Faible	Non regalement	Perte et diminution des fonctions naturelles du sol Perte de la capacité de rétention d'eau	Négatif / direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	15760 plots de béton sont prévus couvrant une surface totale de 3093 m ² ce qui représente moins de 1% de la surface totale du site.
Pose de la structure porteuse	Emission de bruit et vibration par les engins de chantier	Courte	Faible	Conforme au DE 03-410	Perturbation du cadre de vie des riverains	Négatif / direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	Utilisation d'un chariot élévateur tout terrain pour la manutention des éléments lourds. Une seule habitation à 500 m du site. Les zones d'habitation sont à plus de 4km. Les opérations s'effectuent durant la période diurne uniquement.
					Perturbation de la faune locale	Négatif / direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	Le site est situé à proximité du chemin de wilaya qui émet des bruits et vibration analogues. La faune s'est adaptée à ce type de perturbation. Les opérations s'effectuent durant la période diurne uniquement. En outre le site est situé loin des zones protégées.
	Emission des gaz d'échappement des engins de chantier	Courte	Faible	Conforme au DE 03-410	Dégradation de la qualité de l'air	Négatif / direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	Les gaz émis se dispersent et se diluent dans l'atmosphère, la qualité de l'air est similaire à celle d'une zone située à proximité d'un axe routier de faible circulation.
	Consommation d'hydrocarbures par les engins	Courte	Faible	Non réglementée	Pression sur les ressources en hydrocarbures	Négatif / direct	Locale	Faible	Irréversible	Faible	Les consommations d'hydrocarbures sont négligeables comparées aux consommations énergétiques locales.
Pose des modules	Pas d'effet sur l'environnement	/	/	/	/	/	/	/	/	/	La pose des modules et leur fixation sur la structure porteuse se fait manuellement à l'aide d'outils légers

Réalisation du câblage électrique	Pas d'effet sur l'environnement	/	/	/	/	/	/	/	/	/	Cette opération se fait manuellement à l'aide d'outils légers
Mise en place des locaux techniques de transformation DC/AC	Emission de bruit et vibration par les engins de chantier	Courte	Faible	Conforme au DE 03-410	Perturbation du cadre de vie des riverains	Négatif / direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	Utilisation d'appareils de levage pour la pose des SKID et du PDL. Une seule habitation à 500 m du site. Les zones d'habitation sont à plus de 4km. Les opérations s'effectuent durant la période diurne uniquement.
					Perturbation de la faune locale	Négatif / direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	Le site est situé à proximité du chemin de wilaya qui émet des bruits et vibration analogues. La faune s'est adaptée à ce type de perturbation. Les opérations s'effectuent durant la période diurne uniquement. En outre le site est situé loin des zones protégées.
	Emission des gaz d'échappement des engins de chantier	Courte	Faible	Conforme au DE 03-410	Dégradation de la qualité de l'air	Négatif / direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	Les gaz émis se dispersent et se diluent dans l'atmosphère, la qualité de l'air est similaire à celle d'une zone située à proximité d'un axe routier de faible circulation.
	Consommation d'hydrocarbures par les engins	Courte	Faible	Non réglementée	Pression sur les ressources en hydrocarbures	Négatif / direct	Locale	Faible	Irréversible	Faible	Les consommations d'hydrocarbures sont négligeables comparées aux consommations énergétiques locales.
	Imperméabilisation du sol sous les SKID et PDL	Longue	Faible	Non réglementé	Perte et diminution des fonctions naturelles du sol Perte de la capacité de rétention d'eau	Négatif / direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	Surface PDL = 22,5 m ² . Surface d'un SKID = 21,69 m ² . Soit 216,9 m ² pour l'ensemble des SKID. La surface totale susceptible d'être imperméabilisée est de 239,4 m ² ce qui représente 0,076% de la surface totale du site.

Tableau 17 : Identification et évaluation des effets et impacts environnementaux de la phase de construction (suite et fin)

Tableau n°17 : Identification et évaluation des effets et impacts environnementaux de la phase de construction (suite et fin)											
Activité	Identification/ évaluation des aspects (effets) environnementaux				Identification/ évaluation des impacts environnementaux						Observations/ Commentaires
	Aspect	Durée	Intensité	Conformité réglementaire	Impact	Nature	Etendue	Sensibilité du milieu	Réversibilité	Importance	
Transport du personnel et du matériel	Emission de bruit et vibration	Courte	Faible	Conforme au DE 03-410	Perturbation du cadre de vie des riverains	Négatif / direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	Une dizaine de véhicules se rendent quotidiennement sur site. Les opérations de transport s'effectuent durant la Période diurne uniquement.
					Perturbation de la faune locale	Négatif/ direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	
	Emission des gaz d'échappement des engins de chantier	Courte	Faible	Conforme au DE 03-410	Dégradation de la qualité de l'air	Négatif / direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	
	Consommation d'hydrocarbures par les engins	Courte	Faible	Non réglementée	Pression sur les ressources en hydrocarbures	Négatif / direct	Locale	Faible	Irréversible	Faible	
Stockage de gasoil et d'huiles	Déversement sur le sol	Courte	Faible	Conforme à la loi 03-10 : art. 59.	Pollution de la nappe phréatique	Négatif / direct	locale	Forte	Réversible	Faible	Pour les besoins des engins de chantier, le gasoil et les huiles sont stockés en faible quantité au niveau du site. Le stock se fait sur rétention étanche et convenablement dimensionnée.
	Consommation d'eau	Courte	Faible	Conforme à la loi 05-12	Pression sur les ressources en eau	Négatif / direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	Durant la phase construction, le nombre d'employés présents quotidiennement sur site est de 50 à 100 personnes. L'eau est approvisionnée par citerne à partir du réseau AEP. L'eau est utilisée d'une manière rationnelle, le gaspillage est évité.

Présence des employés sur site	Rejet d'eaux usées domestiques	Courte	Faible	Conforme à la loi 05-12 : art. 121	Pollution de la nappe phréatique	Négatif / direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	Le site ne peut être raccordé au réseau d'assainissement de la ville de Naâma car situé à près de 4 km. Les eaux usées sont évacués dans un système d'assainissement autonome agréé par les services de l'hydraulique de la wilaya
	Production de déchets ménagers et assimilés	Courte	Faible	Conforme à la loi 01-19	Perte d'espace pour le stockage des déchets	Négatif / direct	Locale	Faible	Partiellement réversible	Faible	Les déchets de classe MA, générés par les employés sur site, sont stockés provisoirement dans des sacs plastiques puis acheminés par les moyens propre de l'entreprise vers le CET de Naâma.

1.2.2. Phase d'exploitation (fonctionnement) :

1.2.2.1. Impacts liés aux activités

Tableau 17 : Identification et évaluation des effets et impacts environnementaux de la phase d'exploitation

Tableau n°18 : Identification et évaluation des effets et impacts environnementaux de la phase d'exploitation											
Activité	Identification/ évaluation des aspects (effets) environnementaux				Identification/ évaluation des impacts environnementaux						Observations/ Commentaires
	Aspect	Durée	Intensité	Conformité réglementaire	Impact	Nature	Etendue	Sensibilité du milieu	Réversibilité	Importance	
Fonctionnement : production de l'énergie électrique	Dégagement de chaleur (échauffement des modules)	Longue	Faible	Non réglementé	Perturbation de la faune et de la flore au-dessous des panneaux	Négatif / direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	La hauteur minimale sous les modules est supérieure à 0,6 m, ce qui permet une bonne circulation de l'air sous les modules et Evacuation de la chaleur.
	Création de champs électriques et magnétiques	Longue	Faible	Non réglementé	Perturbation de la faune et de la flore	Négatif / direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	Les modules solaires et les câbles de raccordement à l'onduleur créent la plupart du temps des champs continus (électriques et magnétiques). Les onduleurs et les installations raccordés au réseau de courant alternatif, le câble entre l'onduleur et le transformateur, ainsi que le transformateur lui-même créent de faibles champs de courant continu (électriques et magnétiques) dans leur environnement.
					Impact sur la santé	Négatif / direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	Il n'y a pas de présence permanente de publique à proximité des équipements générant ces champs. Les valeurs limites recommandées sont de 5 000 V/m pour le champ électrique et de 100 µT pour le champ magnétique. A titre d'exemple, les valeurs des champs électriques et magnétiques à proximité d'un transformateur sont respectivement de 10 V/m et de 1 à 10 µT.
	Déversement d'huile sur le sol	Courte	Faible	Conforme à la loi 03-10 : Art. 59	Pollution du sol et de la nappe phréatique	Négatif / direct	Locale	Forte	Partiellement réversible	Faible	Ces déversements d'huile peuvent provenir de fuites au niveau des différents transformateurs électriques. Ces derniers sont alors équipés de rétentions étanches et convenablement dimensionnées pour éviter le déversement sur le sol.
Maintenance de l'installation	Production de déchets	Courte	Faible	Conforme à la loi 01-19	Perte d'espace pour le stockage des déchets	Négatif / direct	Locale	Forte	Partiellement réversible	Faible	Déchets spéciaux : câbles électriques usés, casse de modules PV, connecteurs, fusibles défectueux... etc. Les déchets seront stockés sur site et selon leur nature acheminés vers les filières d'élimination agréées. Les modules PV seront récupérés par le fournisseur.
Entretien de la végétation sous et autour des panneaux	Production de déchets de végétaux	Courte	Faible	Conforme à la loi 01-19	Perte d'espace pour le stockage des déchets	Négatif / direct	Locale	Faible	Partiellement réversible	Faible	Les déchets sont de classe MA. Ils peuvent être évacués par les moyens propres de l'entreprise vers le CET de Naâma ou, si leurs valeurs nutritives sont intéressantes, offerts aux éleveurs locaux comme fourrage aux animaux.
Présence des employés sur site	Consommation d'eau	Courte	Faible	Conforme à la loi 05-12	Pression sur les ressources en eau	Négatif / direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	Durant la phase exploitation, le nombre d'employés présents quotidiennement sur site est de 35 personnes. L'eau sera approvisionnée par un forage qui sera réalisée après obtention des autorisations nécessaires de la DHW. L'eau est utilisée d'une manière rationnelle, le gaspillage est évité.
	Rejet d'eaux usées domestiques	Courte	Faible	Conforme à la loi 05-12 : art. 121	Pollution de la nappe phréatique	Négatif / direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	Le site ne peut être raccordé au réseau d'assainissement de la ville de Naâma car situé à près de 4 km. Les eaux usées sont évacués dans un système d'assainissement autonome agréé par les services de l'hydraulique de la wilaya

	Production de déchets ménagers et assimilés	Courte	Faible	Conforme à la loi 01-19	Perte d'espace pour le stockage des déchets	Négatif / direct	Locale	Faible	Partiellement réversible	Faible	Les déchets de classe MA, générés par les employés sur site, sont stockés provisoirement dans des sacs plastiques puis acheminés par l'entreprise vers le CET de Naâma.
Production de l'électricité de secours	Emission de gaz d'échappement	Courte	Faible	Conforme au DE 06-138	Dégradation de la qualité de l'air	Négatif / direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	Utilisation d'un groupe électrogène pour la production de l'électricité pour le besoin du site en cas de dysfonctionnement au niveau du réseau interne ou coupure de courant sur le réseau externe (sonelgaz)
	Consommation de gasoil	Courte	Faible	Non réglementée	Pression sur les ressources en hydrocarbures	Négatif / direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	
	Déversement d'huile ou de gasoil sur le sol	Courte	Faible	Conforme à la loi 03-10 : Art. 59	Pollution du sol et de la nappe phréatique	Négatif / direct	Locale	Forte	Partiellement réversible	Faible	Le stock de gasoil est muni d'une rétention étanche et convenablement dimensionné. L'entretien préventif de l'équipement permet d'éviter les fuites d'huile ou de gasoil.

1.2.2.2. Impacts liés à la nature de l'installation :

Tableau 18 : Identification et évaluation des effets et impacts environnementaux de la phase d'exploitation

Tableau n°19 : Identification et évaluation des effets et impacts environnementaux de la phase d'exploitation											
Identification/ évaluation des aspects (effets) environnementaux				Identification/ évaluation des impacts environnementaux						Observations/ Commentaires	
Aspect	Durée	Intensité	Conformité réglementaire	Impact	Nature	Etendue	Sensibilité du milieu	Réversibilité	Importance		
Recouvrement du sol	Longue	Forte	Non réglementé	Ombre et assèchement superficiel du sol	Négatif / direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	Le recouvrement du sol provoque de l'ombre et l'assèchement superficiel du sol par la réduction des précipitations sous les modules. L'eau qui s'accumule aux bords des modules peut en outre provoquer une érosion du sol lorsqu'elle s'écoule en des endroits localisés. Cependant, la mesure d'atténuation prévue (espacement des modules) permet de réduire considérablement cet impact (Cf. mesure d'atténuation)	
				Erosion du sol	Négatif/direct	Locale	Faible	Réversible	Faible		
				Perturbation de la flore	Négatif/direct	Locale	Faible	Réversible	Faible		Modification du spectre des espèces, perte d'espèces héliophiles au profit D'espèces d'ombre.
				Perturbation de la faune	Négatif/direct	Locale	Faible	Réversible	Faible		Modification de la fonction d'habitat pour des espèces aimant la chaleur et la sécheresse comme les sauterelles, bousiers, lézards etc.
Imperméabilisation du sol	Longue	Faible	Non réglementé	Perte et diminution des fonctions naturelles du sol Perte de la capacité de rétention d'eau	Négatif / direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	Imperméabilisation au niveau des pieux d'ancrage des structures, des locaux techniques, du parking et de la clôture. Le taux global d'imperméabilisation est inférieur à 2% de la surface du site.	
Effete optiques	Longue	Faible	Non réglementé	Perturbation des oiseaux par des miroitements ou des éblouissements	/	/	/	/	Néant	D'après les études effectuées en Europe, il n'y a aucun indice de perturbation des oiseaux par des miroitements ou des éblouissements.	
				Perturbation de l'homme par des miroitements ou des éblouissements	Négatif / direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	Quand le soleil est bas (c'est à dire le soir et le matin), la lumière se reflète à cause de l'incidence rasante. Des éblouissements peuvent alors se produire dans des zones situées à l'ouest et à l'est de l'installation. Notamment des éblouissements des automobilistes utilisant le CW1. Ces perturbations sont toutefois faibles car les miroitements des modules sont masqués par la lumière directe du soleil. Le CW1 étant orientée Est-Ouest au niveau de la zone du projet. À faible distance des rangées de modules, il n'y a pas d'éblouissements en raison de la propriété de diffusion des modules.	
Perception visuelle	Longue	Faible	Non réglementé	Dégradation du cadre de vie et du bien-être	Négatif / direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	Un paysage intégrant une installation photovoltaïque peut perturber le caractère reposant du site et lui donner l'impression d'être techniquement marqué. Cependant, comparé aux installations électriques existantes (poste sonelgaz ; ligne THT et ligne MT), la centrale PV est moins perceptible. La zone du projet est située loin des zones d'habitation et n'est pas considérée comme zone de repos ou un espace récréatif pour les habitants.	

1.2.3. Impacts liés à la phase de démantèlement :

Tableau 19 : Identification et évaluation des effets et impacts environnementaux de la phase post d'exploitation

Tableau n°20 : Identification et évaluation des effets et impacts environnementaux de la phase post d'exploitation											
Activité	Identification/ évaluation des aspects (effets) environnementaux				Identification/ évaluation des impacts environnementaux						Observations/ Commentaires
	Aspect	Durée	Intensité	Conformité réglementaire	Impact	Nature	Etendue	Sensibilité du milieu	Réversibilité	Importance	
Ouverture des tranchés, retrait des câbles électriques et comblement	Emission de bruit et vibration par les engins de chantier	Courte	Faible	/	Perturbation du cadre de vie des riverains	Négatif / direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	Les opérations s'effectuent durant la période diurne uniquement pour réduire les nuisances par rapport aux riverains
					Perturbation de la faune locale	Négatif / direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	Le site est situé à proximité du chemin de wilaya qui émet des bruits et vibration analogues. La faune s'est adaptée à ce type de perturbation. Les opérations s'effectuent durant la période diurne uniquement.
	Emission des gaz d'échappement des engins de chantier	Courte	Faible	/	Dégradation de la qualité de l'air	Négatif / direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	Les gaz émis se dispersent et se diluent dans l'atmosphère, la qualité de l'air est similaire à celle d'une zone située à proximité d'un axe routier.
	Emission de poussière par soulèvement	Courte	Faible	/	Dégradation de la qualité de l'air	Négatif / direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	Les poussières émises sont constituées de terre et de sable, les particules sont grossières et retombent à proximité du site.
					Perturbation du cadre de vie des riverains	Négatif / direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	Les poussières émises sont de moindre importance que celles soulevées par les vents de sable fréquents dans la région. Les émissions ont lieu sur une durée limitée durant la journée (moins de 8 heures/ jour)
	Consommation d'hydrocarbures par les engins	Courte	Faible	/	Pression sur les ressources en hydrocarbures	Négatif / direct	Locale	Faible	Irréversible	Faible	Les consommations d'hydrocarbures sont négligeables comparées aux consommations énergétiques locales.
Production de déchets	Courte	Faible	/	Néant	/	/	/	/	Néant	Les déchets de câbles sont des déchets spéciaux constitués d'une âme métallique en cuivre protégé par une gaine en matières plastiques. Ces deux matériaux sont recyclables. Ces déchets seront dirigés vers les filières d'élimination agréées.	
Démontage des modules	Production de déchets (modules usagés)	Courte	Forte	/	Perte de matières	Négatif / direct	/	/	/	Faible à null	Les modules sont fournis par une société membres de l'association PV Cycle qui assure le recyclage des modules photovoltaïque en fin de vie (Cf. mesures d'atténuation) Le démontage des modules se fait manuellement à l'aide d'outils légers. Pas d'effets environnementaux autres que la production de déchets
Démontage des structures porteuses	Production de déchets	Courte	Forte	/	Perte de matières	Négatif / direct	/	/	/	Faible à null	Les déchets produits sont des déchets métalliques car la structure est en acier. Ces déchets sont recyclables et seront dirigés vers les filières de recyclage agréées.
Retrait des pieux avec leur fondation et comblement des fosses	Production de déchets (béton et acier)	Courte	Forte	/	Perte de matières	Négatif / direct	/	/	/	Faible à null	Les pieux en acier sont facilement recyclables et seront dirigés vers les filières agréées de recyclage. Les plots de béton seront envoyés vers une décharge pour déchets inertes.
	Consommation de matériaux de comblement (TUF)	Courte	Forte	/	Epuisement des ressources	Négatif / direct	/	/	/	Faible à null	Les fosses créées suite au retrait des éléments de fondation seront comblées par du TUF qui est de nature analogue à celle du site (encrouement calcaire). Ce matériaux est disponible au niveau de Naâma et pourra être récupéré à partir d'une décharge de déchets inertes.

Enlèvement des locaux techniques et de leurs fondations	Production de déchets (béton et acier)	Courte	Moyenne	/	Perte de matières	Négatif / direct	/	/	/	Faible à null	Les matériaux métalliques seront éliminés dans des filières agréées d'élimination. Les déchets de béton seront envoyés vers la décharge pour déchets inerte.
Revégétalisation du site	Rapport d'espèces végétales locales	Longue	/	/	Préserver la faune et la flore locale	Positive direct	/	/	/		Les espèces végétales qui seront utilisées seront identiques aux espèces existantes autour du site. Les graines de Retama raetam, de Légume Spartum et d'alfa peuvent être semées, ou plantation de semis cultivés en pépinière.

Tableau 20 : Identification et évaluation des effets et impacts environnementaux de la phase post d'exploitation (suite et fin)

Tableau n°21 : Identification et évaluation des effets et impacts environnementaux de la phase post d'exploitation (suite et fin)											
Activité	Identification/ évaluation des aspects (effets) environnementaux				Identification/ évaluation des impacts environnementaux						Observations/ Commentaires
	Aspect	Durée	Intensité	Conformité réglementaire	Impact	Nature	Etendue	Sensibilité du milieu	Réversibilité	Importance	
Retrait de la clôture et de la voie d'accès au site	Emission de bruit et vibration par les engins de chantier	Courte	Faible	/	Perturbation du cadre de vie des riverains	Négatif / direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	Les opérations s'effectuent durant la période diurne uniquement pour réduire les nuisances par rapport aux riverains
					Perturbation de la faune locale	Négatif / direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	Le site est situé à proximité du chemin de wilaya qui émet des bruits et vibration analogues. La faune s'est adaptée à ce type de perturbation. Les opérations s'effectuent durant la période diurne Uniquement.
	Emission des gaz d'échappement des engins de chantier	Courte	Faible	/	Dégradation de la qualité de l'air	Négatif / direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	Les gaz émis se dispersent et se diluent dans l'atmosphère, la qualité de l'air est similaire à celle d'une zone située à proximité D'un axe routier.
	Emission de poussière par soulèvement	Courte	Faible	/	Dégradation de la qualité de l'air	Négatif/ direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	Les poussières émises sont constituées de terre et de sable, les particules sont grossières et retombent à proximité du site.
					Perturbation du cadre de vie des riverains	Négatif / direct	Locale	Faible	Réversible	Faible	Les poussières émises sont de moindre importance que celles soulevées par les vents de sable fréquents dans la région. Les émissions ont lieu sur une durée limitée durant la journée (moins de 8 heures/ jour)
	Consommation d'hydrocarbures par les engins	Courte	Faible	/	Pression sur les ressources en hydrocarbures	Négatif / direct	Locale	Faible	Irréversible	Faible	Les consommations d'hydrocarbures sont négligeables comparées aux consommations énergétiques locales.
Production de déchets	Courte	Faible	/	Perte de matières et d'espace de stockage	Négatif / direct	Locale	Faible	Partiellement réversible	Faible à null	Les déchets de fils de fer (grillage Zimmerman) et d'acier (mât de fixation) sont des déchets spéciaux recyclables. Ces déchets seront dirigés vers les filières d'élimination agréées. Les fondations en béton de la clôture ainsi que le tout-venant retiré de la voie d'accès sont des déchets inertes et seront acheminés vers la décharge des déchets inertes de la commune de Naâma.	

Remarque : pour la phase de démantèlement, la conformité réglementaire ne peut être évaluée car le dispositif légal et réglementaire aura probablement évolué dans 25 ans

1.2.4. Autres impacts positifs

1.2.4.1. Impacts environnementaux :

•Bilan Energétique et réduction des Gaz à effet de serre

Ce projet s'inscrit dans un contexte mondial particulier : celui de la lutte contre les gaz à effet de serre. Les activités humaines à travers notamment le bâtiment (chauffage, climatisation,...), le transport (auto, camion, avion,...), la combustion de sources d'énergie fossile (pétrole, charbon, gaz), l'agriculture, etc. ..., émettent beaucoup de gaz à effet de serre dans l'atmosphère.

Une installation photovoltaïque transforme directement l'énergie solaire en énergie électrique. De fait, ce procédé n'implique aucune autre ressource primaire que les radiations solaires et n'émet en conséquence aucun rejet atmosphérique.

En l'absence d'émissions de gaz à effet de serre, ce projet ne génère aucune pollution de l'air ambiant et présente un impact positif sur la qualité de l'air en se substituant à des centrales de combustibles fossiles.

En effet, en considérant les données de l'Agence Internationale de l'Energie, ce projet permettra d'éviter le rejet d'environ 23.358 tonnes de CO₂ par an, soit environ 583.950 tonnes sur 25 ans.

Selon les données de l'Agence International de l'Énergie et l'EPIA (Européen Photovoltaïque Industrie Association), les générateurs photovoltaïques ne produisent aucune émission de carbone (CO₂) au cours de leur fonctionnement. Cependant, ils consomment de l'énergie thermique et électrique au cours de leur fabrication (panneaux photovoltaïques, mais aussi structure, onduleurs, câbles, etc.). Cette énergie est « récupérée » en moins de 2 ans à comparer aux 25 ans de garantie de performances donnés par la plupart des fabricants de modules photovoltaïques.

•Le réchauffement climatique

L'augmentation de la concentration des gaz à effet de serre dans l'atmosphère est à l'origine du réchauffement climatique. Les nouveaux résultats des nombreux programmes d'études et de recherches scientifiques rapportent que le réchauffement climatique au cours du 20ème siècle a été significatif sur le globe : la température moyenne annuelle a augmenté de 0,6 °C sur le globe.

Le recul important de la totalité des glaciers est directement imputable au réchauffement du climat. L'augmentation déjà sensible des fréquences de tempêtes, inondations et canicules illustre les modifications climatiques en cours. De même, les rythmes naturels sont déjà fortement modifiés : avancée des dates de récoltes, croissance des peuplements forestiers, déplacement des espèces animales en sont les plus criantes illustrations.

1.2.4.2. Impact socio-économique :

•Création de l'emploi :

Le projet est une source importante d'emploi dans une région où les opportunités d'emploi dans le secteur de l'industrie en générale et des technologies nouvelles en particulier demeurent faibles.

Durant la phase de construction, qui durera six mois, le projet emploiera entre 50 et 100 personnes par jour en fonction des phases d'avancement des activités de chantier.

Durant la phase d'exploitation le projet emploiera 70 personnes d'une façon permanente sur une durée minimale de 25 ans.

Durant la phase de démantèlement et de remise en état du site, qui durera six mois, le projet emploiera également entre 50 et 100 personnes par jour en fonction des phases d'avancement des activités de chantier.

•Transfert de technologie, de savoir et savoir-faire :

Le projet objet de l'étude constitue un projet pilote dans la région. Sa réalisation permet un retour d'expérience sur lequel se basera SKTM/ SONELGAZ pour la réalisation de projets similaires. Les savoirs et savoirs faire associés à la mise en œuvre à grande échelle de cette technologie seront identifiés et maîtrisés ce qui constitue un atout pour l'Algérie lui permettant de se libérer de la dépendance énergétique des hydrocarbures.

•Développement de la recherche scientifique :

Le projet une fois réalisé constituera un levier pour le développement de la recherche universitaire dans le domaine du photovoltaïque dans les universités de la région. Ces recherches concerneront les technologies du silicium, des semi-conducteurs, de production des cellules PV, etc. et offrira des places pédagogiques pour des stages pratiques au profit des étudiants et chercheurs dans le domaine de l'énergie solaire.

•Retombées financières :

Ce nouveau projet permettra de produire une quantité d'électricité annuelle moyenne estimé à 35.939.000 kWh/ an. Sur la base du code tarifaire 54 du barème des prix hors taxes appliqués actuellement par Sonelgaz, fixé à 4,179 DZD HT/ kWh, les retombées financières annuelles moyennes de ce projet sont estimé à : 150.189.081 DZD

1.3. Estimation des catégories et des quantités de résidus, d'émissions et de nuisances :

1.3.1. Phase de construction :

La durée de la phase de construction est estimée à six mois. Durant cette phase, les quantités de résidus, d'émissions et de nuisances susceptibles d'être générés.

1.3.1.1. Production de déchets :

Les déchets produits, leurs origines, leurs quantités ainsi que leurs modes d'élimination sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 21 : Identification et quantification des déchets de la phase construction

Tableau n°22 : Identification et quantification des déchets de la phase construction			
Déchets	Origine	Quantité	Mode d'élimination
Déchets ménagers et assimilés	Générés par les employés présents sur site par leurs besoins personnels (prises de repas sur site par exemple)	0,5 kg/ jour/ Personne. soit 25kg/ jour en considérant la présence quotidienne moyenne de 50 employés sur site.	Collectés sur site dans des sacs en plastiques puis évacués par les moyens propres de l'entreprise vers le CET pour déchets MA de Naâma.
Sacs de ciments vides (sacs en papier)	Opérations de préparation du béton des fondations.	19.485 sacs vides soit 3.321 kg*	Collectés et mis en balle sur site puis évacués par les moyens propres de l'entreprise vers le CET pour déchets MA de Naâma
Déchets spéciaux : casse de câbles électriques, de modules PV, de connecteurs, de fusibles... etc. Casse d'éléments de structure de support : pieux, profilés métalliques etc.	Opérations de montage des structures porteuses, des modules et de raccordements électriques	Tous les éléments sont préparés en usine, par le constructeur, aux dimensions requises pour le montage, il n'y a aucune opération d'ajustage sur site. Les déchets résultent donc uniquement des casses éventuelles. Cette casse ne peut être quantifiée.	Les déchets seront stockés sur site et selon leur nature acheminés vers les filières d'élimination agréées. Les modules PV seront récupérés par le fournisseur.
<p>* Le volume de béton nécessaire au lestage des pieux est estimé à : 15.760 plots cylindriques de béton de 50cm de diamètre et de 90 cm de hauteur soit un volume total de 2.783,6 m³ dosé à 350kg de ciment/ m³. La quantité de ciment nécessaire est alors de 974.260 kg soit 19.485 sacs de 50 kg chacun.</p> <p>Le volume de béton nécessaire pour les autres structures (grillage, guérites, SKID ; PC ; poste de garde ; PDL) est estimé à 378,8 m³ (947m² x 0,4m) ce qui correspond à 132.580 kg de ciment soit 2.652 sacs de 50kg chacun. Si nous considérons que chaque sac vide pèse 150g nous aurons une masse de sacs estimée à 3.321 kg.</p>			

1.3.2. Phase d'exploitation

La durée de la phase d'exploitation est estimée à 25 ans.

L'avantage majeure des installations photovoltaïques réside dans le fait que lors de la phase d'exploitation, les installations n'émettent ni des rejets dans l'air, ni des bruit, ni d'eaux usées et ne consomment pas de ressources tels que l'eau, des matières premières ou des énergies non renouvelables.

Nous quantifions toutefois les aspects environnementaux liés à la présence du personnel d'exploitation et de surveillance sur site ainsi qu'aux opérations minimales de maintenance des installations.

1.3.2.1. Production des déchets :

Les déchets produits, leurs origines, leurs quantités ainsi que leurs modes d'élimination sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 22 Identification et quantification des déchets de la phase exploitation

Tableau n°23 : Identification et quantification des déchets de la phase exploitation			
Déchets	Origine	Quantité	Mode d'élimination
Déchets ménagers et assimilés	Générés par les employés présents sur site par leurs besoins personnels (prises de repas sur site par exemple)	0,5 kg/ jour/ Personne. soit 17,5kg/ jour en considérant la présence quotidienne moyenne de 35 employés sur site.	Collectés sur site dans des sacs en plastiques puis évacués par les moyens propres de l'entreprise vers le CET pour déchets MA de Naâma.
Déchets spéciaux : câbles électriques usés, casse de modules PV, connecteurs, fusibles défectueux... etc.	Opérations de maintenance des installations	La quantité de ces déchets ne peut être quantifiée.	Les déchets seront stockés sur site et selon leur nature acheminés vers les filières d'élimination agréées. Les modules PV seront récupérés par le fournisseur.
Déchets ménagers et assimilés : déchets d'entretien de la végétation	Opérations d'entretien de la végétation sous les panneaux de façon à en contrôler le développement	La quantité de ces déchets ne peut être quantifiée	Evacués par les moyens propres de l'entreprise vers le CET pour déchets MA de Naâma.

1.3.3. Phase de démantèlement :

La durée de la phase de démantèlement est estimée à six mois. Durant cette phase, les quantités de résidus, d'émissions et de nuisances susceptibles d'être générés.

1.3.3.1. Production de déchets :

Les déchets produits, leurs origines, leurs quantités ainsi que leurs modes d'élimination sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 23 : Identification et quantification des déchets de la phase construction

Tableau n°24 : Identification et quantification des déchets de la phase construction			
Déchets	Origine	Quantité	Mode d'élimination
Déchets ménagers et assimilés	Générés par les employés présents sur site par leurs besoins personnels (prises de repas sur site par exemple)	0,5 kg/ jour/ Personne. soit 25kg/ jour en considérant la présence quotidienne moyenne de 50 employés sur site.	Collectés sur site dans des sacs en plastiques puis évacués par les moyens propres de l'entreprise vers le CET pour déchets MA de Naâma.
Déchets spéciaux : modules PV usagers	Opérations de démontage des modules	79.680 modules	Récupérés par le fournisseur
Déchets spéciaux : câbles électriques, connecteurs, fusibles usagers... etc.	Opérations de retrait des câbles et des connecteurs	Non déterminé	Les déchets seront stockés sur site et selon leur nature acheminés vers les filières d'élimination agréées.
Déchets spéciaux : déchets de métaux	Retrait des structures porteuses	Non déterminé	Les déchets seront stockés sur site puis acheminés vers les filières d'élimination agréées
Déchets spéciaux : déchets métalliques (grillage Zimmerman)	Retrait du grillage de sécurité	La surface du grillage retiré est égale à : $2242 \text{ m} \times 2 \text{ m} = 4.484 \text{ m}^2$.	Les déchets seront stockés sur site puis acheminés vers les filières d'élimination agréées
Déchets inertes : Béton des fondations	Retrait des fondations en béton	3162 m ³	Evacués par les moyens propres de l'entreprise vers le CET pour déchets inertes de Naâma.
Equipements électriques mis en rebut	Retrait des SKID et PDL	10 SKID contenant chacun 2 onduleurs et un transformateur 30 kV. 1 PDL comprenant un appareil de distribution secondaire de type FLUSARC 36	Possibilité de réutilisation sur d'autres sites ou acheminés vers des filières d'élimination agréées.

1.4. Mesures de suppression, réduction et compensation mise en œuvre

Plusieurs mesures ont été prises pour supprimer, réduire ou compenser les impacts négatifs du Projet durant ses trois phases, construction, exploitation, poste exploitation. Ces mesures sont décrites ci-dessous :

1.4.1. Mesure de réduction de l'emprise au sol du projet :

Les installations photovoltaïques au sol nécessitent de l'espace qui dépend d'abord de la puissance à installer, du rendement des cellules utilisées et de la configuration adoptée pour la l'installation des modules, des locaux techniques et des voies de circulation.

La puissance à installer dépend des besoins énergétiques du pays et des objectifs de développement fixés par le promoteur du projet (SKTM) en accord avec les orientations du ministère de l'énergie. C'est une donnée de base pour la création du projet.

Le rendement des cellules dépend de la technologie utilisée pour leur fabrication. En effet, selon l'épaisseur de la couche du matériau actif, on distingue aujourd'hui des cellules à couche mince et à couche épaisse. Les cellules à couche épaisse sont composées de silicium monocristallin qui offre un rendement d'environ 14 à 18 % ou poly cristallin avec un rendement d'environ 13 à 16 %. Les cellules à couche mince, quant à elles, sont composées de silicium amorphe (a-Si) avec un rendement d'environ 7 à 11 %, de silicium amorphe dans la technique dite triplex, ou de tellure de cadmium (Cd Te) qui offrent un rendement d'environ 9 à 12 %.

Pour réduire l'emprise au sol, le promoteur du projet a opté pour des modules Canadian Soler CS6P/ 250W-DC avec des cellules en silicium poly cristallin offrant un rendement de 15,85% (Cf. fiche technique en annexe 3) ce qui constitue l'un des rendements les plus élevés disponibles actuellement. Les cellules en silicium monocristallin, de rendement légèrement supérieur, n'ont pas été retenues car leur coût élevé est incompatible avec la rentabilité économique du projet au regard des prix très bas du kWh pratiqué en Algérie.

En outre, pour réduire l'emprise au sol du projet, l'espacement des rangées des modules a été limité à 6 mètres au maximum. Cette distance optimale permet d'économiser l'espace tout en garantissant un bon rendement de l'installation en évitant la projection d'ombre portée d'une Rangée de modules sur la suivante.

De plus, la surface nécessaire pour la construction de la clôture de protection du site, des voies pour l'accès des véhicules de maintenance aux modules, ainsi que pour l'emplacement des locaux techniques, de parking et des zones de manœuvre a été optimisée pour réduire Davantage l'emprise au sol.

Au final, la surface au sol, panneaux et aménagements annexes, du projet est de 31,3 ha pour une puissance de 19,92 MW soit 15,71 m²/kW. Cette surface est largement inférieure à la surface moyenne des installations en Allemagne qui était en 2007 d'environ 40 m²/kW.

1.4.2. Mesure de réduction de l'imperméabilisation du sol :

Cette mesure consiste en un choix judicieux du système de fondation. Les structures porteuses des modules PV sont ancrées au sol par pieux battus et lestés par des plots de béton. Ces plots de béton ont un diamètre de 50cm (cf. figure 31). Cette mesure permet de minimiser au maximum les surfaces de fondation et de réduire le taux d'imperméabilisation du sol à moins de 1%

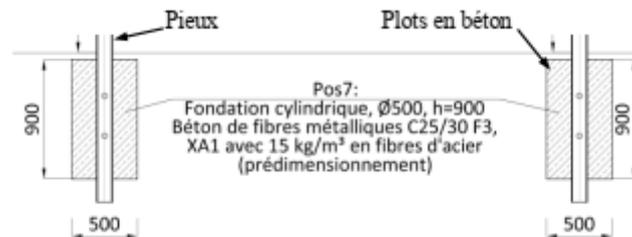


Figure 31 : Schéma des fondations avec pieux battus lestés de plots en béton

En outre, pour la préservation des sols et pour ne pas modifier leurs natures, il ne sera pas procédé à l'aménagement des pistes en matériaux imperméabilisés. Toutes les voies de circulation seront en stabilisé permettant l'écoulement des eaux.

1.4.3. Mesure de réduction de tassement du sol :

Cette mesure consiste en une planification des chemins d'accès et d'aménagement les plus courts pour les activités de réparation et de maintenance notamment des modules et des SKID.

La surface totale des pistes ne représente que 8,2% de la surface totale du site.

1.4.4. Mesures de réduction de la perturbation de la faune et la flore :

Le recouvrement du sol par les panneaux solaires provoque de l'ombre. Cette dernière est d'autant plus accentuée que les panneaux solaires sont proches du sol. Par ailleurs, les constructeurs de parcs solaires recherchent généralement à réduire la hauteur des supports afin de minimiser la consommation de matériaux et donc la hauteur des panneaux par rapport au sol. L'ombre créée peut perturber le développement de la faune et la flore au-dessous des panneaux.

Dans notre cas, la mesure de réduction de cet impact consiste en une surélévation des tables modulaires de 0,6 m à 1,2 m par rapport au sol, conformément au schéma de la figure 32, afin de garantir la présence de lumière diffuse à la végétation qui poussera en dessous d'une manière homogène.

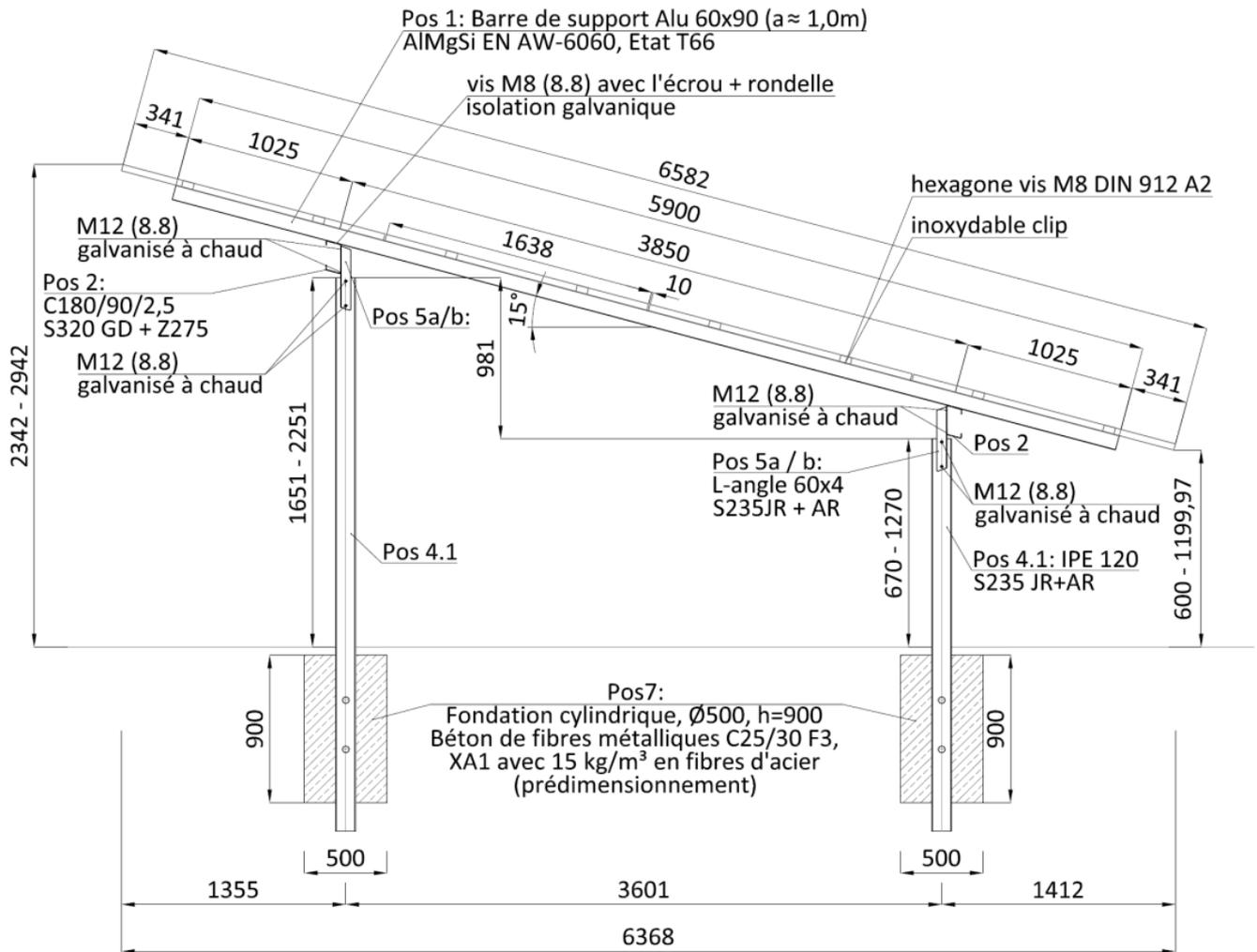


Figure 32 : Schéma d'une centrale au sol avec 10 rangées de 4 modules Canadian Solar
15

Une autre mesure prise par le constructeur pour la protection de la faune et la flore consiste en la limitation de l'apport de remblai extérieur pour la création des routes de chantiers. Ces remblais seront utilisés uniquement pour la piste d'accès au site sur une surface de 1.200 m².

Le sol étant constitué d'encroutements calcaires, le matériau utilisé pour le remblayage sera du « tuf » de même nature que le sol au niveau du site. Le matériau sera non pollué et pauvres en substances nutritives et ne contiendra pas espèces invasives.

1.4.5. Mesure de réduction de l'assèchement ou de l'érosion du sol :

Le recouvrement du sol par des modules a pour autre effet de le protéger de l'eau de pluie. L'apport naturel d'humidité est en conséquence réduit en dessous des modules. Toutefois, les analyses existantes en Europe n'ont fourni jusqu'à présent aucune preuve significative d'une modification durable de la végétation due à ce phénomène (p. ex. surfaces nues suite à la sécheresse sous les modules).

En outre, l'écoulement orienté et concentré des eaux de pluies vers le bas de la table modulaire peut provoquer un phénomène d'érosion du sol à cet endroit.

Afin de réduire les phénomènes décrits ci-dessus, le constructeur a engagé une mesure de réduction qui consiste en un système constructif avec interstices inter modules photovoltaïques.

L'avantage de ce système est de :

- Réduire l'assèchement du sol au-dessous des panneaux ;
- Protéger le sol, sous les panneaux, contre l'érosion par rejaillissement et donc de diminuer le phénomène de battance. Ainsi, durant la phase d'exploitation, la surface au sol subissant une érosion par effet « splash » sera réduite.

Le schéma de la figure 33 illustre ce système constructif

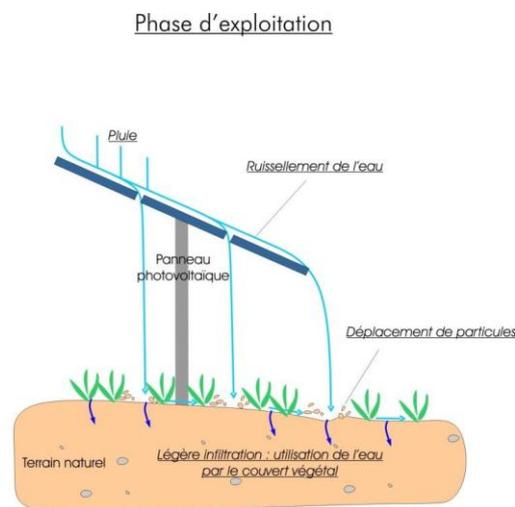


Figure 33 : système constructif avec interstices inter modules photovoltaïques

1.4.6. Mesure de réduction des effets optiques :

Les installations photovoltaïques peuvent créer divers effets optiques, notamment les miroitements, reflets et formation de lumière polarisée due à la réflexion.

Pour réduire ce phénomène, les mesures suivantes ont été adoptées : utilisation de verres frontaux spéciaux de haute qualité laissant passer environ 90 % de la lumière. 2 % de la lumière est diffusée et absorbée et 8 % seulement réfléchi. En outre, les cellules utilisées n'ont qu'une très faible capacité de réflexion en raison de leur couleur et de la structure de leur surface et comportent en outre une couche anti-reflets qui ramène la réflexion en dessous de 5 %.

1.4.7. Mesure de réduction de l'effet de barrière

Afin d'éviter les vols et les actes de vandalisme, la clôture du terrain d'exploitation qui entoure l'installation photovoltaïque s'avère nécessaire. Cette clôture peut faire barrière au passage des animaux en plus de la confiscation du biotope. Pour réduire cet impact, le constructeur a mis en œuvre une mesure qui consiste en l'installation d'une clôture en grillage Zimmerman à maille large et en matériaux non dangereux permettant le passage de mammifère de petite taille telle que la gerboise ou des reptiles tels que les lézards etc. Les gros et moyens mammifères sont, quant à eux, en mesure de contourner l'installation.

1.4.8. Mesure de suppression de la pollution du sol

Les transformateurs au niveau des SKID, le stock de gasoil nécessaire pour le fonctionnement du groupe électrogène de secours sont entourés de rétention étanche et convenablement dimensionnées afin d'éviter toute pollution du sol par fuite accidentelle d'huiles ou d'hydrocarbures.

1.4.9. Mesure de réduction de la production de déchets

SKTM a choisi un fournisseur de panneaux photovoltaïques membres de l'association PV Cycle qui garantit le recyclage de leurs modules par des programmes préfinancés. A ce titre, les modules PV cassés ou défectueux générés lors de la construction ou l'exploitation du parc solaire ainsi que les modules retirés en fin de vie de l'installation seront repris par le fournisseur et peuvent être recyclés dans leur totalité.

Le fonctionnement de l'association PV Cycle est illustré par la figure 34 ci-dessous :



Figure 34 : fonctionnement de PV Cycle

A l'achat des modules solaires, une somme est provisionnée par le fournisseur de panneaux photovoltaïques auprès d'un tiers (banque, assurance...) afin de garantir les coûts de collecte et de recyclage.

1.5. Plan de gestion de l'environnement

Le plan de gestion de l'environnement consiste au suivi des mesures d'atténuation mises en œuvre par le promoteur. Il s'articule autour des éléments suivants :

1.5.1. Suivi des nuisances sonores et rejets atmosphériques :

Les rejets atmosphériques et les bruits peuvent provenir uniquement du groupe électrogène de secours qui se met en marche lorsqu'il y a coupure de courant sur le réseau Sonelgaz. La fréquence de ces coupures est en général faible. SKTM procédera cependant au contrôle des rejets atmosphériques et des bruits du groupe électrogène conformément aux indications suivantes :

- Fréquence du contrôle : annuelle
- Paramètres de pollution à surveiller : NOx ; SOx ; CxHy ; particules et niveau sonore
- Laboratoire de contrôle : CREDEG ou ONEDD

1.5.2. Suivi des mesures de prévention de la pollution du sol :

Cette pollution peut provenir des fuites d'huiles diélectriques au niveau des transformateurs ou des fuites d'huile de lubrification et de gasoil au niveau du groupe électrogène de secours. Pour rappel, ces équipements sont dotés de cuves de rétention étanches. Il sera procédé toutefois au contrôle de ces équipements conformément aux indications suivantes :

- Fréquence de contrôle : semestrielle
- Objet du contrôle : identification de fuites éventuelles, de dégradation de la peinture, de corrosion, de fissures au niveau des circuits fluidiques.
- Opérateur de contrôle : équipe de maintenance de SKTM disposant des habilitations requises

1.5.3. Suivi de la consommation d'eau :

Le forage prévu pour la phase d'exploitation sera muni d'un compteur. Le suivi de la consommation sera réalisé comme suit :

Relevé mensuelle des consommations par un rondier, transmission des relevés au chef de site. En cas de consommation anormalement élevée, les causes seront identifiées et traitées.

1.5.4. Suivi des mesures de protection de la faune et la flore

Pour approfondir la connaissance des effets et impacts de l'installation sur la faune et la flore, il sera procédé à un suivi écologique qui consiste en :

- Un suivi de la colonisation végétale du site ;
- Un suivi du comportement de la faune volante à l'approche des panneaux photovoltaïques et éventuellement le recensement des collisions ;
- Une évaluation des variations enregistrées en termes de biodiversité (diversité des espèces et abondance).

La durée du suivi sera de 5 ans au minimum

Le suivi sera conçu et réalisé par un écologue qui établira un protocole de suivi et en définira les indicateurs

1.5.5. Suivi des mesures de gestion les panneaux solaires :

Les panneaux photovoltaïques utilisés seront en silicium poly cristallin modèle CS6P/250WDC fournis par l'entreprise Canadian Soler. Les caractéristiques techniques sont détaillées dans l'annexe 3.

Les modules envisagés pour ce projet sont soumis à d'importantes garanties de fabrication qu'EUR assurent une durée de vie de plus de 25 ans.

Les modules photovoltaïques ne présentent aucun danger pour les êtres humains, les animaux et l'environnement dans des conditions normales d'utilisation ou en cas d'incidents prévisibles.

Les panneaux solaires sont classés comme des matériaux recyclables et non dangereux conformément à la législation Européenne sur les déchets ainsi qu'aux normes fixées par l'Agence de protection de l'environnement des Etats-Unis.

Les panneaux photovoltaïques peuvent être recyclés dans leur totalité. Les modules sont fournis par une société membres de l'association PV Cycle qui garantit le recyclage de leurs modules par des programmes préfinancés.

Chapitre VI : maintenance de la station :

1- Définitions :

Maintenir un système en bon état de fonctionnement (Garantir, fiabilité de fonctionnement).

Les générateurs photovoltaïques nécessitent une exploitation et une maintenance consciencieuses.

Il faut prévoir un système de supervision pour assurer le bon fonctionnement du matériel : Suivre le fonctionnement et la performance de l'installation.

Permettre d'optimiser la production (détection d'anomalie).

La maintenance est un ensemble d'activités organisées qui sont menées afin de garder un élément dans son meilleur état, avec un coût minimum acquise.

Elle définit aussi dans le glossaire britannique comme une combinaison des actions techniques et l'administratives, incluant la supervision, conserver les items voulu, de maintenir l'item en bon fonctionnement.

La maintenance existe dans différents secteurs industriels, exemple des usines de production (Ex : une chaine de production des produits alimentaires), de fabrication (Ex : fabrication des pièces mécaniques), ... etc.

Dans notre programme on parle de la maintenance des centrales photovoltaïques.

Avant de parler de la maintenance des centrales photovoltaïques, on va citer ses équipements principaux.

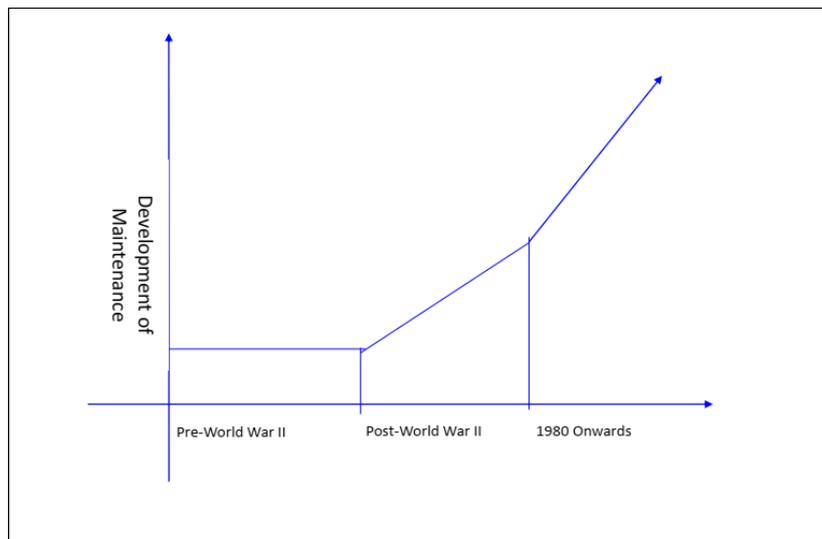


Figure 35 programme on parle de la maintenance des centrales photovoltaïques.

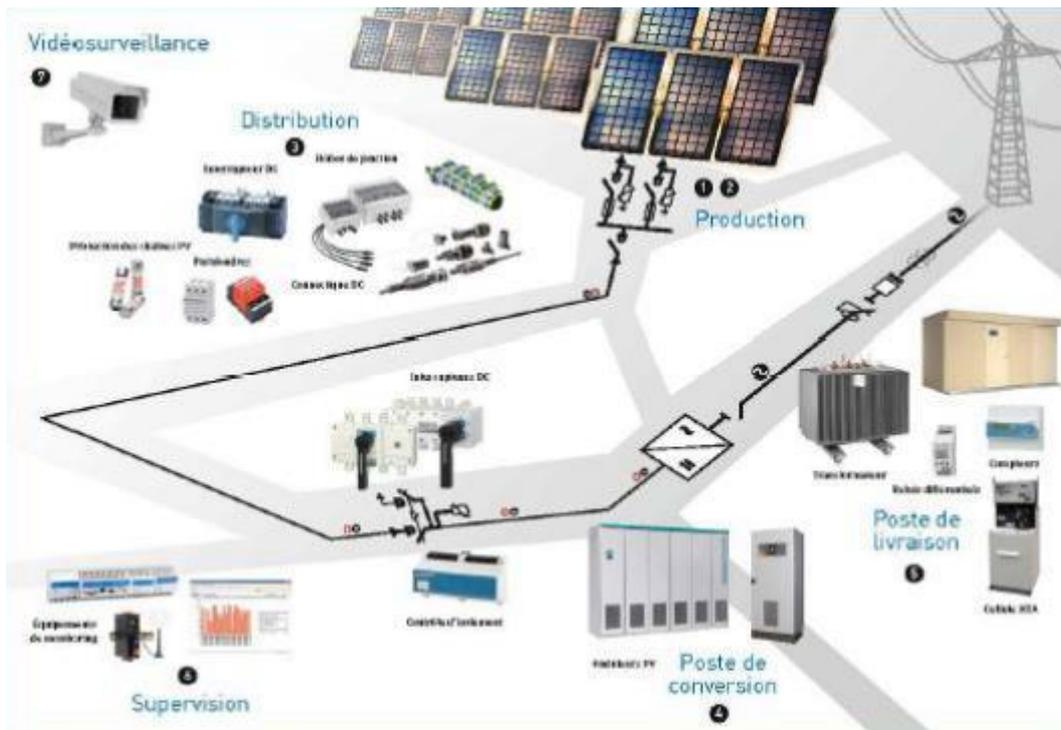


Figure 36 : Principaux équipements constituant une centrale photovoltaïque



Panneaux photovoltaïques



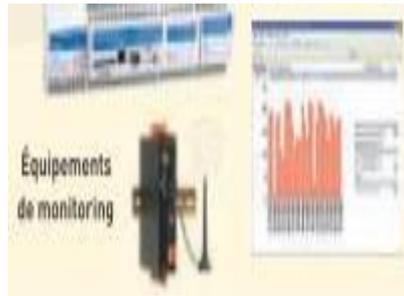
Structure porteuse



Figure 37 : Système anti intrusion et Distribution du courant (DC – AC) de vidéosurveillance



Poste de livraison



Système de supervision



Poste de conversion

2. Les Objectives

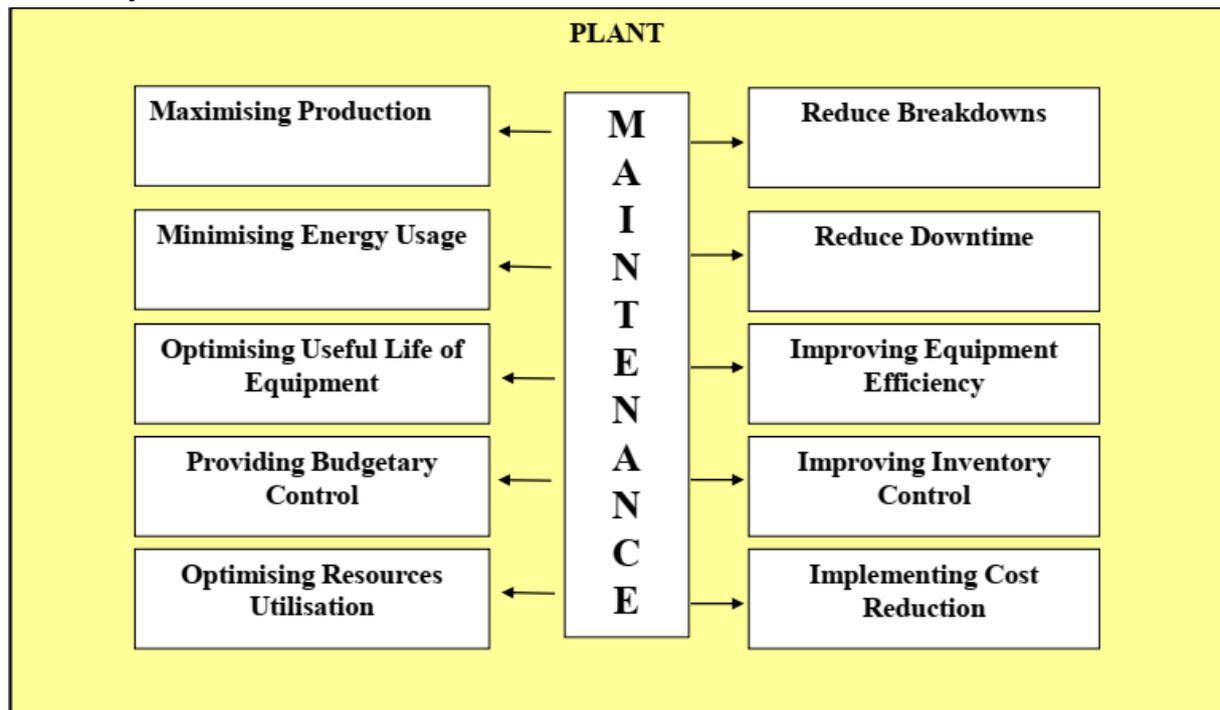


Figure 38 : Les Objectives

3. Caractéristiques des biens

3.1. Fiabilité :

C'est la durée dans lequel le système rend un service.

3.2. Maintenabilité :

Aptitude d'un équipement industriel à être maintenu en état de bon fonctionnement.

3.3. Durée de fonctionnement :

Est la période dans lequel l'équipement fonctionne normalement par-rapport à sa durée de vie (Ex : panneaux fonction dans la journée « éclairage »)

3.4. Disponibilité :

Est la fonction qui permet d'assurer le nombre de fonctionnement de l'équipement si les conditions nécessaires pour un bon fonctionnement sont disponibles.

3.5. Durée de vie :

La durée de vie d'un équipement est estimée par le constructeur et selon la technologie de matériau de fabrication et aussi après les essais dans les laboratoires.

La durée de vie de n'importe quel équipement on peut l'augmenter comme on peut la diminuer et sa selon l'entretien (programme de la maintenance)

4. Les défaillances

Altération ou cessation de l'aptitude d'un bien à accomplir la fonction requise.

On distingue deux formes de défaillance : la défaillance partielle et la défaillance complète

4.1. Défaillance partielle :

Altération de l'aptitude d'un bien à accomplir les fonctions requises. Défaillance partielle :

Altération de l'aptitude d'un bien à accomplir les fonctions requises.

4.2. Défaillance complète :

Cessation de l'aptitude d'un bien à accomplir la fonction requise.

4.3. Causes de défaillance :

Dans la pratique, la défaillance n'est généralement pas causée par la fatigue, mais par l'usure, la corrosion, la pollution, l'erreur de montage, la mauvaise lubrification, etc. Les mauvaises conditions d'utilisation et d'entretien ont l'influence importante sur la durée de vie des équipements.

5 Les méthodes de maintenances

Le choix entre les méthodes de maintenance s'effectue dans le cadre de la politique de la maintenance et doit s'opérer en accord avec la direction de l'entreprise.

Pour choisir, il faut être informé des objectifs de la direction, des décisions politiques de maintenance, mais il faut aussi connaître le fonctionnement et les caractéristiques des matériels ; le comportement du matériel en exploitation ;

Les conditions d'application de chaque méthode ; les coûts de maintenance et les coûts de perte de production.

5.1 Maintenance préventive

La maintenance préventive commence dès que l'installation est mise en route. Il est recommandé de procéder à une réception technique de l'installation, afin de s'assurer de sa conformité au design prévu et de s'assurer de la bonne installation de tous ses composants.

La maintenance préventive devrait idéalement commencer par une inspection visuelle complète de l'installation et devra être fréquemment répétée. Les mécanismes installés à l'extérieur doivent toujours être vérifiés afin de prévenir les problèmes quelle qu'en soit la nature.

L'installateur peut conseiller au particulier d'effectuer régulièrement toutes une série d'actions pour s'assurer du bon fonctionnement de l'installation

5.1.1 But de la maintenance préventive :

- ✓ Augmenter la durée de vie des matériels ;
- ✓ Diminuer la probabilité des défaillances en service ;
- ✓ Diminuer le temps d'arrêt en cas de révision ou de panne ;
- ✓ et aussi prévoir les interventions de la maintenance corrective coûteuse ;
- ✓ Permettre de décider la maintenance corrective dans de bonnes conditions ;
- ✓ Eviter les consommations anormales d'énergie, de lubrifiant, etc. ;
- ✓ Diminuer le budget de la maintenance ;
- ✓ Supprimer les causes d'accidents graves.

5.1.2 Inspection visuelle

➤ Modules

- Salissure et/ou dégradation à la surface des modules
- Vérifier les boîtes de jonction
- Présence de bris de glace
- Effectuer des mesures sur-site (tension, courant) tous les 3 ans
- Contrôler les connections à la terre

➤ Structures porteuses

- Contrôler la présence de corrosion sur les poutres
- Chercher les déformations potentielles
- Si la structure est lestée, vérifier la position du lestage
- Si la structure est fixée en toiture, vérifier l'étanchéité à l'eau aux points de fixation
- Si la structure est intégrée en toiture, vérifier l'étanchéité à l'eau de la couverture
- Si présence d'un Tracker, contrôler les parties mécaniques, le mécanisme d'orientation et le système hydraulique (corrosion, usure, etc.)
- Contrôle de la rigidité des poutres
- Vérifier les connections à la terre (et les éventuelles fuites à travers les défauts d'isolation)



Figure 39 : Les éventuelles fuites à travers les défauts d'isolation

➤ Onduleurs centraux

- Vérifier que les travaux de maintenance sont effectués avec la fréquence et les exigences demandées par le constructeur (voir manuel d'utilisation des fournisseurs)

- Si les onduleurs sont installés dans une salle spécifique, contrôler le bon fonctionnement de la ventilation (et procéder à une maintenance sur cette dernière si nécessaire – filtres, etc.).
- **Onduleurs décentralisés**
 - Vérifier que les travaux de maintenance sont effectués avec la fréquence et les exigences demandées par le constructeur
 - Contrôler la présence éventuelle d'humidité pour les onduleurs installés à l'extérieur
 - Si les onduleurs sont installés dans une salle spécifique, contrôler le bon fonctionnement de la ventilation (et procéder à une maintenance sur cette dernière si nécessaire – filtres, etc.).
- **Boîtes de jonction**
 - Contrôler la présence éventuelle d'insectes, de poussière et/ou d'humidité à l'intérieur des boîtes
 - Vérifier les fusibles de chaque chaîne de module
 - Vérifier l'état général et l'imperméabilité de la boîte
 - Contrôler le verrouillage du mécanisme de
 - découplage Tester le bon fonctionnement des éléments de déconnexion
- **Câblage**
 - Vérifier la bonne pose des câbles et des chemins de câble
 - Contrôler l'élasticité des câbles (bonne tenue de l'isolation)
 - Chercher la présence de rupture d'isolation
 - Contrôler les lieux pouvant entraîner une déformation ou une coupure des câbles (coins par exemple)
 - Contrôler les points de fixation
- **Tableau électrique AC et équipements de protection**
 - Inspection visuelle des connections, des fusibles et disjoncteurs AC, RC DS (« Résiduel Curent Devises » pour dispositifs de protection contre les courants résiduels
- **Monitoring et équipements météorologiques**
 - Contrôler régulièrement la production et la performance du système (toutes les 2 semaines ou tous les mois) à l'aide des données issues du monitoring
 - Contrôler la production de chaque chaîne de module et identifier les chaînes les moins performantes (seulement dans le cas où un dispositif permet le contrôle séparé de chaque chaîne).
 - Rapporter fréquemment et analyser les erreurs issues du monitoring (toutes les 2 semaines ou tous les mois)
 - Vérifier la calibration des appareils de mesure conformément aux recommandations du constructeur



Figure 40 : Monitoring et équipements météorologiques

➤ **Protection contre la foudre**

- Vérifier la mise à la terre
- Rechercher la présence de dommages sur le paratonnerre (surtout après les impacts de foudre)
- Contrôler les points de connexion

➤ **Divers**

- Rappporter les impacts des ombrages imprévus sur la production (ainsi que la date à laquelle ces derniers sont apparus).
- Contrôler le nombre de pièces de rechange et en commander si nécessaire
- Entretenir les obstacles (arbres, haies...) pouvant entraîner des ombrages
- Contrôler la robustesse du grillage
- Entretenir et contrôler les dispositifs de sécurité
- Lubrifier les pièces en mouvement (axe, vérin hydraulique, etc.) du Tracker
- Vérifier si les indications étiquetées ou gravées sur les pièces du système sont encore facilement lisibles
- Vérifier la présence sur site des documents de construction (plans, schéma, manuel d'utilisation, etc.)

5.1.3. Nettoyage

➤ **Modules**

- La fréquence de nettoyage des modules dépend du type de précipitation (pluie, neige, etc.) et de l'angle d'inclinaison des modules ainsi que de l'environnement dans lequel il est installé. Dans un environnement urbain ou industriel, la fréquence de nettoyage devra être plus élevée que dans un environnement dégagé.

- Utiliser une quantité abondante d'eau propre et sans détergent, ainsi qu'une éponge mouillée pour le lavage Des expériences ont montré une différence de 4 % de production.
- Les nettoyeurs haute-pression ne doivent pas être utilisés afin de ne pas endommager la surface photovoltaïque
- **Onduleurs centralisés**
- Enlever poussière/insecte/salissure des filtres à air (suivre les recommandations du constructeur)
- Nettoyer les filtres utilisés pour la ventilation dans le cas d'onduleurs installés dans une salle spécifique

5.2 MAINTENANCE CORRECTIVE

La maintenance corrective apparaît quand la performance du système décroît de façon inattendue ou après qu'un événement imprévu ait entraîné un fonctionnement difficile ou non sécurisé de l'installation (p. : modules ou onduleurs défectueux, tempête, chute de neige exceptionnelle, Tracker bloqué, etc.)

Les actions correctives dépendent du type de défaut.

Quelques exemples sont donnés ici :

- Organiser une inspection visuelle après chaque tempête ou catastrophe climatique
- Contrôler les protections contre les surtensions après chaque orage
- Réagir de façon efficace face aux erreurs du système de monitoring

5.3 LA MAINTENANCE CONDITIONNELLE

La maintenance conditionnelle est une maintenance dépendant de l'expérience et faisant intervenir des informations recueillies en temps réel. On l'appelle parfois maintenance prédictive.

La maintenance préventive conditionnelle se caractérise par la mise en évidence des points faibles.

Suivant les cas il est souhaitable de les mettre sous surveillance et à partir de là, nous pouvons décider d'une intervention lorsqu'un certain seuil est atteint, mais les contrôles demeurent systématiques et font partie des moyens de contrôle non destructifs.

➤ Cas d'application

Tous les matériels sont concernés. Cette maintenance préventive conditionnelle se fait par des mesures pertinentes sur le matériel en fonctionnement. □ % Paramètres mesurés Ils peuvent porter par exemple sur :

- Le niveau et la qualité d'une huile ;
- Les températures et les pressions ;
- La tension et l'intensité du matériel électrique ;
- Les vibrations et les jeux mécaniques ;

- Etc.

De tous les paramètres énumérés, l'analyse vibratoire est de loin la plus riche quant aux informations recueillies. Sa compréhension autorise la prise à bon en pleine connaissance de cause des décisions qui sont à la base d'une maintenance préventive conditionnelle. La surveillance peut être soit périodique, soit continue.

➤ Avantages

La connaissance du comportement est en temps réel à condition de savoir interpréter les résultats. A ce niveau l'information a un rôle fort intéressant à jouer.

Par exemple : une société a introduit un système de gestion par microprocesseur pour améliorer ou installer un programme de maintenance conditionnelle. Ce système de gestion comporte une centrale de mesure électronique portable, une imprimante et un analyseur de données. Les mesures s'effectuent avec un simple capteur. Les données recueillies sont soit transmises à une imprimante, soit déchargées dans un analyseur de données pour emmagasiner sur une bande magnétique ou sur disquette qui peut fournir les rapports de maintenance automatiquement.

Remarque : Ce matériel devra être très fiable pour ne pas perdre sa raison d'être, il est d'ailleurs souvent onéreux mais pour des cas bien choisis il est rentabilisé rapidement.

➤ Conclusion

Pour être efficace, la méthode de maintenance proposée, doit dans tous les cas être comprise et admise par les responsables de production et avoir l'adhésion de tout le personnel.

Ces méthodes doivent être dans la mesure du possible standardisées entre les différents secteurs (production et périphériques). Ce qui n'exclut pas l'adaptation essentielle de la méthode au matériel (par exemple à un ensemble de machines, à une machine ou à un organe). Avec l'évolution actuelle des matériels et leurs tendances à être plus fiables, la proportion de pannes accidentelles sera mieux maîtrisée. La maintenance préventive diminuera quantitativement d'une façon systématique mais s'améliorera

Qualitativement par la maintenance conditionnelle. La maintenance préventive, hier expérimentale et subjective, tend aujourd'hui à devenir plus scientifique

6 Les niveaux de maintenance

Ils sont au nombre de 5 et leur utilisation pratique n'est concevable qu'entre des parties qui sont convenues de leur définition précise, selon le type de bien à maintenir.

Il est important de noter que la tendance actuelle est de se ramener à trois niveaux seulement dans une logique de TPM (TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE). A savoir :

- I = 1 + 2 : c'est la maintenance de première ligne transférée progressivement aux opérateurs de production, assisté si nécessaire par les techniciens de maintenance.

- II = 3 + 4 : domaine d'action privilégié des équipes polyvalentes de techniciens de maintenance.

Diagnostiques, interventions techniquement évoluées, mis en œuvre d'amélioration, etc.

-III = 5 : travaux spécialisés souvent sous-traités pour que la maintenance puisse recentrer ses moyens sur son savoir -faire c'est-à-dire le niveau II.

➤ 1° Niveau

- Réglages simples prévus par le constructeur au moyen d'organes accessibles sans aucun démontage ou ouverture de l'équipement,
- Échanges d'éléments consommables accessibles en toute sécurité, tels que voyants, huiles, filtres, ...
- Type d'intervention effectuée par l'exploitant sans outillage et à l'aide des instructions d'utilisation.

➤ 2° Niveau

- Dépannages par échange standard des éléments prévus à cet effet,
- Opérations mineures de maintenance préventive,
- Type d'intervention effectuée par un technicien habilité de qualification moyenne,
- Outillage portable défini par les instructions de maintenance,
- Pièces de rechange transportables sans délai et à proximité du lieu d'exploitation.

➤ 3° Niveau

Identification et diagnostic des pannes.

- Echanges de constituants.
- Réparations mécaniques mineures.
- Réglage et réétalonnage des mesureurs.

➤ 4° Niveau

Travaux importants de maintenance corrective ou préventive.

- Démontage, réparation, remontage, réglage d'un système.
- Révision générale d'un équipement (exemple : compresseur).
- Remplacement d'un coffret d'équipement électrique.

➤ 5° Niveau

Travaux de rénovation, de reconstruction ou de réparation importante.

- Révision générale d'un équipement (chaufferie d'une usine).
- Rénovation d'une ligne de production en vue d'une amélioration.
- Réparation d'un équipement suite à un accident grave (exemple : dégât des eaux).

7 Les Types d'Intervention :

➤ Révision

C'est l'ensemble des actions d'examen, de contrôles et des interventions effectuées en vue d'assurer le bien contre toute défaillance majeure ou critique pendant un temps ou pour un nombre d'unités d'usage donné. Il est d'usage de distinguer suivant l'étendue de cette opération les révisions partielles des révisions générales.

Dans les deux cas, cette opération implique la dépose de différents sous-ensembles. Ainsi le terme de révisionnel doit en aucun cas être confondu avec les termes visites, contrôles, inspections, etc.

- ✓ La révision partielle (qui intervient sur un équipement spécifique de la machine).
- ✓ La révision totale est la remise à neuf).

➤ La rénovation :

Inspection complète de tous les organes, reprise dimensionnelle complète ou remplacement des pièces déformées, vérification des caractéristiques et éventuellement réparation des pièces et sous-ensembles défaillants, conservation des pièces bonnes.

La rénovation apparaît donc comme l'une des suites possibles d'une révision générale au sens strict de sa définition.

➤ La modernisation

Remplacement d'équipements, accessoires et appareils ou éventuellement de logiciel apportant, grâce à des perfectionnements techniques n'existant pas sur le bien d'origine, une amélioration de l'aptitude à l'emploi du bien.

Cette opération peut aussi bien être exécutée dans le cas d'une rénovation, que celui d'une reconstruction.

8 Maintenance des Composants d'un système PV

Pour assurer un bon fonctionnement du système photovoltaïque, il est nécessaire à respecter le programme de la maintenance, qui consiste à contrôler et surveiller les équipements.

8.1 Le Site

Vérification de l'état du site :

- Vérifier l'absence de tout corps pouvant masquer les modules solaires. Procéder à des actions préventives : désherbage, élagage des arbres, et nettoyage.
- S'assurer de l'absence de toute transformation topographique pouvant drainer les eaux pluviales.
- Si le système photovoltaïque est grillagé, s'assurer du bon état du grillage sinon changer la partie dégradée.

8.2 Modules

8.2.1. Contrôle mécanique des modules

1- Vérification de l'état de surface des modules.

- Remplacer tous les modules cassés.
- Pour les modules rayés, il faut vérifier leur rendement.

Si ce dernier est faible procéder à leur changement.

2- La surface des modules devra être nettoyée périodiquement (au moins une fois par mois) :

* Si la surface est sale ou poussiéreuse :

- Laver avec une éponge à l'eau et sécher avec un chiffon doux.
- Ne pas utiliser des produits détergents ou abrasifs.

* Si la surface des modules est recouverte de neige ou de glace :

- Enlever la neige avec un balai.
- Faire fondre la glace avec de l'eau tiède.
- Ne pas utiliser des outils métalliques.

✓ 3- Vérification de l'état des structures support modules

- S'assurer que la visserie doit être exempte de toute corrosion, sinon appliquer la peinture anticorrosion.
- S'assurer de la bonne fixation des modules :

❖ Resserrer les boulons si nécessaire.

❖ Changer les boulons et les écrous cassés.

✓ 4- Contrôle de l'état des boîtes de connexion des modules.

- Refaire les joints d'étanchéité si nécessaire.
- Resserrer les presses étoupes.
- S'assurer de l'absence de toute trace de corrosion sur les connexions sinon il faut les remplacer.

✓ 5- Vérification du bon état des câbles :

S'assurer qu'aucun ne câble n'est coupé ou blessé sinon il faut le remplacer.

✓ 6- Vérifier le cheminement et le serrage des câbles.

Resserrer et rattacher les câbles si nécessaire.

8.2.2. Contrôle électrique des modules :

1- Mesurer les tensions en circuit ouvert (V_{Co}) et les courants de court-circuit (IC_c) de chaque branche de modules ($V_{Co} = 16$ à $21V$ et $IC_c = 3A$ pour un module de 36 cellules en plein ensoleillement). Ces mesures seront faites après avoir déconnecté la branche et les modules concernés. (L'ampèremètre en série et le voltmètre en parallèle)

2- Mesurer les courants sortants des boîtes de raccordement de sous champs pour vérifier la mise en parallèle des branches de modules.

3- Vérifier les diodes anti-retours à l'aide d'un testeur de diodes ou d'un ohmmètre (sens passant et sens bloquant).

8.3. Le régulateur

8.3.1. Contrôle mécanique du régulateur :

1- Vérification de l'état de fixation de l'armoire.

- Resserrer les boulons si nécessaire.
- Changer les boulons et les écrous abîmés.

2- Vérification de l'état des câbles :

- S'assurer qu'aucun ne câble n'est coupé ou blessé sinon il faut le remplacer.
- Contrôler le serrage des câbles. Resserrer si nécessaire.
- Vérifier le bon état des borniers sinon les changer si nécessaire.

3- Elimination de tout corps étranger à l'intérieur de l'armoire (sable, poussière, insectes ...etc.).

8.3.2. Contrôle du fonctionnement du régulateur :

Vérification de l'état de fonctionnement des composants électriques de l'armoire de régulation et procéder à leur changement si nécessaire :

- Disjoncteurs : Tester la continuité dans le cas de fermeture et la coupure en cas d'ouverture.
- Fusibles : Tester la continuité.
- Relais : Réponse en cas où les seuils sont atteints.
- Contacteur : Ouverture et fermeture en cas d'excitation.

2- Vérification du fonctionnement de la régulation :

2-1- Régulation de courant maximum de charge :

- Seuil maximum (déconnexions de modules) : 2.40V /élément.
- Seuil de rétablissement (reconnexions des modules) : 2.10 V / élément.

2-2- Régulation de courant maximum de décharge

- Seuil minimum (déconnexions des utilisateurs) : 1,80V / élément.
- Seuil de ré-enclenchement (reconnexions des utilisateurs) : 2.10V/élément.

8.4. Onduleur :

8.4.1. Contrôle mécanique de l'onduleur :

1- Vérification de l'état de fixation de l'armoire :

- Resserrer les boulons si nécessaire.
 - Changer les boulons et les écrous abîmés.
- 2- Vérification de l'état des câbles :
- ❖ S'assurer qu'aucun ne câble n'est coupé ou blessé sinon il faut le remplacer.
 - ❖ Contrôler le serrage des câbles. Resserrer si nécessaire.

- ❖ Vérifier le bon état des borniers sinon les remplacer.

3- Elimination de tout corps étranger à l'intérieur de l'armoire (sable, poussière, insectes ...etc.).

4- Vérification de l'état de ventilation de l'onduleur.

- Tester le ventilateur interne de l'onduleur, le remplacer s'il faut.
- Laisser toujours un vide entre l'onduleur et le mur."

8.4.2. Contrôle du fonctionnement de l'onduleur

1- Vérification de l'affichage des paramètres par l'onduleur : Tension d'entrée, tension de sortie, courant d'entrée, courant de sortie ;

2- Mesurer les tensions d'entrée (Vcc) et de sortie de l'onduleur (V_{ac}).

3- Vérification des fonctions de l'onduleur

3-1- Isolement de la charge si un court-circuit apparaît.

3-2- Isolement de la charge en cas de surcharge.3-3- Isolement de la charge en cas de régulation de courant maximum de décharge (minimum de tension) (si cette fonction est assurée par l'onduleur).

3-4- Redémarrage automatique de l'onduleur, après défaut ou fonctionnement de la régulation.

8.5. LA BATTERIE :

8.5.1. Entretien :

8.5.1.1. Vérification de la locale batterie

- Présence des plaques de signalisation de danger spécifiques au photovoltaïques, et la pancarte prévue par la norme CEI 896-1. Elles doivent être accrochées sur la porte ou le mur du local.
- Nettoyer les dépôts de poussières et de sable à l'intérieure de la locale batterie.
- Contrôler l'état de ventilation du local. Si nécessaire nettoyer les grilles d'aération ;

8.5.1.2. Vérification des éléments de batterie :

- Vérification de la propreté des couvercles, bacs, et bouchons antidéflagrants. Si nécessaire nettoyer les saletés conductrices et les traces d'électrolyte avec une éponge imbibée d'eau ;
- Éliminer les éventuelles traces de sulfatations sur les connexions et les bornes par un nettoyage avec de l'eau ;
- Graisser si nécessaire les connexions avec un très léger film de graisse silicone.
- Vérifier le serrage des connexions
- Changer les écrous abîmés• Vérification visuelle de la présence de sulfatation à l'aide d'une lampe torche ;
- Vérification visuelle de la présence de dépôt blanc sur les tasseaux ;
- Réajustement périodique des niveaux avec de l'eau distillée ;

- Dans tous les cas provoquer une charge d'égalisation. Important :
 - ❖ Le niveau d'électrolyte doit être maintenu 1 à 2centimètres au-dessus des plaques, ainsi l'oxygène de l'air parvient moins facilement aux plaques négatives.
 - ❖ Ne laisser les accumulateurs déchargés que le moins de temps possible, car une batterie à l'état déchargé se sulfate anormalement.

8.5.2. Réajustement des niveaux avec de d'eau distillée :

5-2- 1 - Avant de procéder au réajustement des niveaux il convient de vérifier les valeurs des densités.

Les densités doivent présenter les valeurs suivantes :

- Niveau au MAXI et état de charge estimé complet =1,240 ±0,01 ;
- Niveau au MAXI et état de charge estimé à 80% =1,210 ±0,01 ;
- Niveau au MOYEN et état de charge estimé complet =1,260 ±0,01 ;
- Niveau au MOYEN et état de charge estimé à 80% =1,230 ±0,01 ;

Si les valeurs sont inférieures à celle estimées ci-dessus c'est soit qu'il y a un problème de stratification de l'électrolyte, soit que l'état de charge est incomplet ou même que la batterie est sulfatée.

Il convient de procéder à une charge d'égalisation avant les rajouts.

5-2- 2- Après avoir effectué le réajustement des niveaux, il faut :

1- mentionner sur la fiche batterie les informations suivantes :

- Date et Heure.
- Quantité d'eau distillée rajoutée.
- La densité.

2 - Vérifier l'état des éléments de batterie

- Nettoyer les saletés conductrices et les traces d'électrolyte sur bacs et les couvercles de batteries avec une éponge imbibée d'eau.
- Laver les bouchons antidéflagrants à l'eau claire puis les sécher avant de les remettre.
- Appliquer une charge d'égalisation.

ATTENTION :

- Ne jamais remettre d'électrolyte dans une batterie en exploitation.

Lors des rajouts ne jamais dépasser le niveau maximum.

8.5.3. LES PANNES DES BATTERIES

Dans un système photovoltaïque comprenant des batteries électrochimiques, le premier problème à apparaître concerne la batterie, qui est l'élément le plus

Fragile du système.

Par conséquent la première chose à faire est de mesurer la tension de la batterie et son état de charge en mesurant la densité de son électrolyte par le biais d'un densimètre.

1-En cas de dispersion des valeurs relevées de la tension : $(U_{\text{élément}} - U_{\text{moyen}}) > 0,02$ voltes, il faut procéder à une charge d'égalisation.

2- En cas de dispersion des valeurs relevées de la densité :

$(D_{\text{élément}} - d_{\text{moyen}}) > 0,015$, il faut procéder à une charge d'égalisation.

3- En cas où la batterie apparaît déchargée (tension batterie U inférieure à son seuil bas, et la densité de l'électrolyte est de moins de 1,15 Kg/l), il faut procéder à une charge d'égalisation.

8.5.3.1. CHARGE D'ÉGALISATION.

Débrancher toutes les charges du système et brancher la batterie directement à l'installation PV (débrider le régulateur de charge) pour au moins trois journées ensoleillées complètes. Si ce traitement ne fait pas reprendre à la batterie la tension normale (mesure sans sources branchées) ou bien si la tension descend très rapidement après sa mise service, cela veut dire que la batterie en question est endommagée et qu'elle doit être remplacée.

8.5.3.2. LES CAUSES DES PANNES

En principe il peut y avoir trois raisons principales pour qu'une batterie tombe en panne dans un système photovoltaïque :

- Surcharge causée par défaillance du régulateur décharge ;
- Décharge profonde causée par alimentation insuffisante de l'installation PV ;
- Décharge profonde causée par une excessive consommation d'énergie des charges alimentées.

Conclusion générale:

Le projet de création d'une centrale solaire photovoltaïque au sol, sur le site des sadret el ghazal - Naâma, s'inscrit pleinement dans le cadre de la politique de diversification et de développement de projets innovants de la coopérative sktm, ainsi que dans un contexte fort de développement des énergies renouvelables au niveau mondial, se déclinant lui-même de différentes façons aux niveaux national, régional, mais également local.

En vue de la valorisation de ce site inutilisé et inutilisable pour d'autres voies, la sktm propose la mise en place d'une centrale solaire photovoltaïque au sol d'une puissance de 20 MW, permettant de développer une nouvelle activité économique, à vocation technique et environnementale sur la commune Naâma, contribuant à donner un visage positif, moderne et vivant à l'échelle du quartier..

C'est un réel projet de territoire et de développement durable pour les communes de Naâma Mais également à l'échelle régionale.

Les avantages pour la collectivité semblent très importants, notamment en termes de :

- Renforcement du réseau de production énergétique de la région de Naâma

L'autonomie énergétique est un avantage à l'échelle des communes, de la région et de la nation ;

- Limitation des émissions de gaz à effet de serre. Les gaz à effet de serre sont à l'origine du réchauffement climatique et des problèmes qui en découlent. La limitation du facteur aggravant est donc un avantage non négligeable ;

- Participation au développement des énergies renouvelables et au respect des objectifs fixés par ministre d'Energie Algérie (avantages en termes d'image et d'économie et environnement).

- Sensibilisation de la population aux enjeux du réchauffement climatique et aux nécessaires économies d'énergies ;

- Renforcement de la position des communes vis-à-vis du développement des énergies renouvelables ;

- Apport de revenus financiers pour l'économie locale par le biais de la Contribution Economique.

Ce projet a ainsi été conçu en intégrant l'ensemble des enjeux liés à l'aménagement du territoire et aux problématiques de développement durable propres au territoire. Ce projet répond favorablement au souhait de l'Etat, au travers de l'appel d'offre national, de privilégier l'implantation de stations solaires photovoltaïques sur des sites spécifiques.

Ce projet comporte différents impacts principalement en phase chantier mais aussi en exploitation, qu'il convient de nuancer au regard de la réversibilité des installations ainsi que de l'emprise réduite du projet.

Conclusion générale

Ce projet solaire ne présente pas d'incidence négative sur :

- L'ambiance et les émissions sonores, car la production ne génère pas de bruit,
- La pollution de l'eau car l'installation ne consomme pas d'eau et ne rejette pas d'eaux usées ni de polluants,
- La pollution de l'air car l'installation ne rejette pas de gaz et participe à la réduction des émissions de gaz à effet de serre,
- La pollution du sol car l'installation ne rejette ni polluants ni déchets.

Vis-à-vis des enjeux majeurs en termes de réduction des émissions de gaz à effet de serre et de production d'énergie renouvelable, l'exploitation du parc solaire présente un impact positif sur l'environnement et la qualité du cadre de vie de l'ensemble de la population.

Les coûts collectifs des pollutions et nuisances semblent très faibles au regard de l'analyse des impacts du projet sur l'environnement et sur la santé. En effet, le projet induit peu d'effets négatifs, au regard de ses effets positifs. Globalement, le site d'étude présente un intérêt globalement faible pour la faune et la flore.

Le projet de la sktm s'insère dans une démarche locale de développement durable et d'aménagement du territoire et aura également un impact positif sur l'économie locale à plusieurs niveaux.

Ce nouveau projet permettra de produire une quantité d'électricité annuelle moyenne estimée à 35.939.000 kWh/an. Sur la base du code tarifaire 54 du barème des prix hors taxes appliqués actuellement par Sonelgaz, fixé à 4,179 DZD HT/ kWh, les retombées financières annuelles moyennes de ce projet sont estimées à : 150.189.081 DZD

La présente étude d'impact a ainsi permis de prendre en compte l'ensemble des contraintes d'un tel projet, en analysant ses effets sur les environnements humain, physique et naturel, et en évaluant les mesures d'accompagnement qui seront mises en œuvre en phase chantier, en phase d'exploitation et en phase de démantèlement. Celles-ci sont suffisantes au regard du contexte du site et des effets résiduels après leur mise en place.

Le projet d'énergie solaire dans la région de Naama selon la destination de Nasri :

Un projet réussi avec peu d'influences négatives et de nombreux points positifs

Elle a un bon business plan, notamment du point de vue environnemental

Nous devons travailler sur de tels projets réussis pour obtenir une transition énergétique et économique

Obtenir une perspective globale et bonne dans cet audit environnemental de tels projets qui ont des impacts positifs et négatifs sur l'environnement

Bibliographie :

- [1] : Programme des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique. Ministère de L'Energie et des Mines, mars 2011
- [2] : Mohamed Redha YAICH & Abellah BOUHANIK, Atlas Solaire Algérien. Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique, Centre de Développement des Energies Renouvelables, 2002.
- [3] : Guide sur la prise en compte de l'environnement dans les installations photovoltaïques Au sol – L'exemple allemand –. Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de l'Aménagement du territoire, France. Janvier 2009
- [4] : Installations photovoltaïques au sol, Guide de l'étude d'impact. Ministère de l'Ecologie, Du Développement durable, des Transports et du Logement, France. Avril 2011
- [5] : Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme de la commune de Naâma, phase finale, Du 21/06/2006
- [6] : Mustapha ZAIR. Bilan écologique et socio-économique des reboisements dans la wilaya De Naâma et perspectives d'avenir. Université Abou Bakr Belkaïd – TLEMCEM. Juin 2011
- [7] : Abdelkrim BENSALD. SIG et télédétection pour l'étude de l'ensablement dans une zone Aride : le cas de la wilaya de Naâma. Université Joseph Fourier-Grenoble 1 France. Juin 2006
- [8] : Monographie de la Wilaya de Naâma, actualisée au 31/12/2013
- (9):T.M. Razykov, 2011: Solar photovoltaïque électricité: Curent statuts and future prospects in solar énergie, vol 85, pages 1580–1608, Elsevier
- (10) : CNRS, 2013 : De nouvelles molécules photovoltaïques minimalistes et efficaces
- (11) : François Jarrie, 2010 : « Mettre le soleil en bouteille » : les appareils de Mouchot et l'imaginaire solaire au début de la Troisième République in Romantisme, revue no 150, pages 85-96, Armand Colin
- (12) : Jacques Vernier, 2014 : Le soleil in Énergies renouvelables : Que sais-je ?, pages 11-34, Presses universitaires de France
- (13): Perlin, 1999: From space to earth: the story of solar electricity, Harvard University Press Edition
- (14): Conrad Martens, Photovoltaic: fundamentals, technology, and practice, Chichester, Wiley, 2014, 280 p

Annexe 1

Recueil de textes législatifs et réglementaires, relatifs à la protection de l'environnement en Algérie, applicables au cas du projet :

Environnement et aménagement du territoire

Loi n°03-10 du 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable.

Protection de la faune et de la flore et du patrimoine culturel

Décret exécutif n°12-03 du 04 Janvier 2012 fixant la liste des espèces végétales non cultivées protégées.

Décret exécutif n°12-235 du 24 Mai 2012 fixant la liste des espèces animales non domestiques protégées.

Installations classées

Décret n°05-240 du 28 juin 2005 fixant les modalités de désignation des délégués pour l'environnement

Décret exécutif n°06-198 du 31 mai 2006 définissant la réglementation applicable aux établissements classés pour la protection de l'environnement.

Décret exécutif n°07-144 du 19 mai 2007 fixant la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.

Décret exécutif n°07-145 du 19 mai 2007 déterminant le champ d'application, le contenu et les modalités d'approbation des études et des notices d'impact sur l'environnement.

Déchets

Loi n°01-19 du 12 décembre 2001, relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets.

Décret exécutif n°06-104 du 28 février 2006 fixant la nomenclature des déchets, y compris les déchets spéciaux dangereux.

Emissions dans l'air

Décret exécutif n°03-410 du 05 novembre 2003, fixant les seuils limites des émissions de fumées de gaz toxiques et des bruits par des véhicules automobiles.

Décret exécutif n°06-138 du 15 avril 2006 réglementant l'émission dans l'atmosphère de gaz, fumées, vapeurs, particules liquides ou solides, ainsi que les conditions dans lesquelles s'exerce leur contrôle.

Eau et eaux usées

Loi n°05-12 du 04 août 2005, relative à l'eau

Décret exécutif n°08-148 du 21 mai 2008 fixant les modalités d'octroi de l'autorisation d'utilisation des ressources en eau.

Risques majeurs

Loi n°04-20 du 25 décembre 2004, relative à la prévention des risques majeurs et à la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable.

Décret exécutif n°09-335 du 20 octobre 2009 fixant les modalités d'élaboration et de mise en œuvre des plans internes d'intervention par les exploitants des installations industrielles

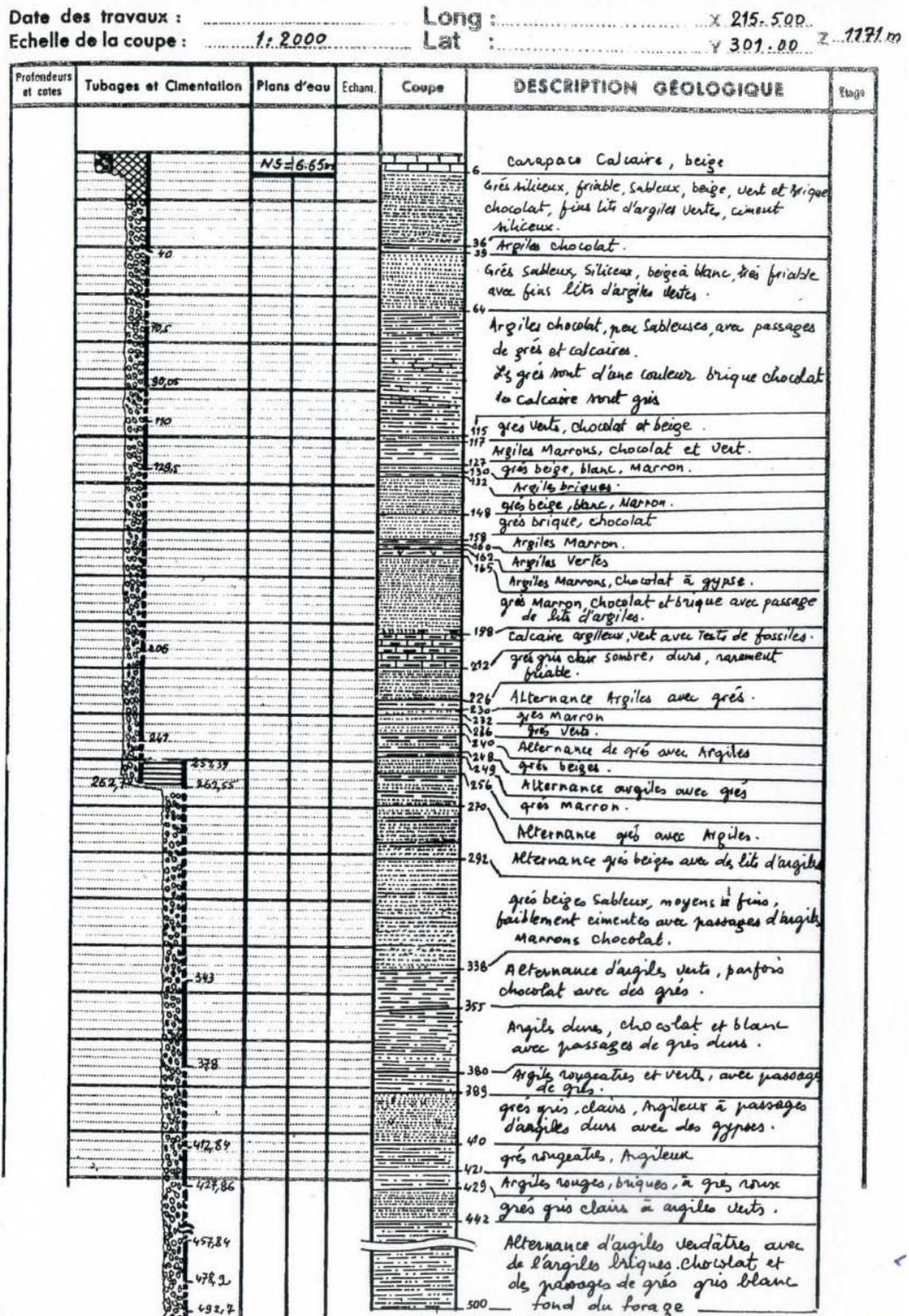
Arrêté interministériel du 25 octobre 2010 fixant le canevas relatif à l'élaboration du plan interne d'intervention.

Instruction ministérielle EDD1 du 11 juin 2013 relative à l'examen des études de danger.

Energie

Arrêté interministériel du 6 février 2011 relatif aux procédures applicables en matière d'instruction et de délivrance du permis de construire des ouvrages d'énergie électrique et gazière, notamment l'article 7.

Annexe 2 : coupe de forage réalisée par le haut-commissariat pour le développement de la steppe (HCDS) à proximité du site du projet

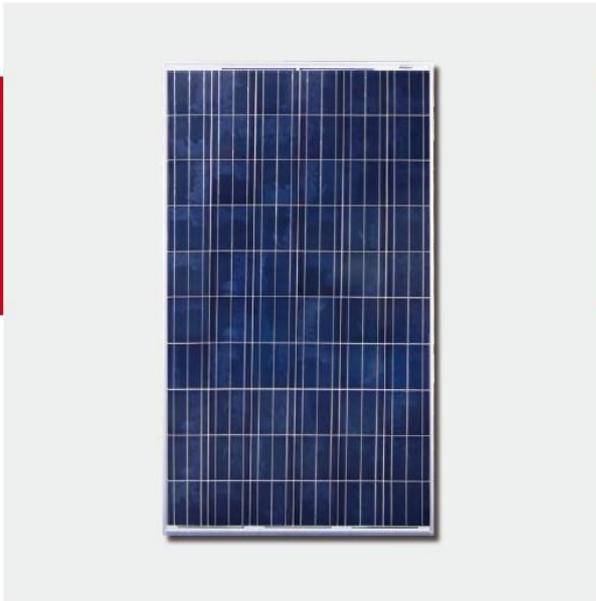


Annexe 3 : Caractéristiques techniques des panneaux photovoltaïques
Canadian Solar Modèle CS6P/ 250W-DC



CS6P

235/240/245/250/255P



Doté de 60 cellules photovoltaïques, le panneau solaire CS6P est robuste. Ce panneau peut être destiné à des applications solaires raccordées au réseau. Nos techniques de conception et de production méticuleuses assurent à chaque panneau produit un rendement élevé pendant longtemps. Nos contrôles de qualité rigoureux et nos installations d'essai internes vous garantissent que les panneaux de Canadian Solar sont conformes aux normes de qualité les plus exigeantes.

Caractéristiques du produit

- Efficacité des panneaux élevée jusqu'à 15,85%
- Tolérance de puissance positive : 0 à +5 W
- Cadre robuste résistant à une charge de 5400Pa
- Superficie autopulente
- Performances remarquables à faible rayonnement
- Rendement énergétique élevé à NOCT

Couvert par notre nouvelle garantie 10/25 sur la performance électrique linéaire en plus de notre assurance complémentaire de 25 ans



- Garantie produit de 10 ans sur les matériels et la main-d'œuvre
- Garantie de 25 ans sur la performance électrique linéaire

Qualité supérieure

- 235 points de contrôle de la qualité pour la production des panneaux
- Analyse EL pour éliminer les défauts des produits
- Processus de tri par courant pour améliorer les performances du système
- Haute résistance à la dégradation induite par le potentiel
- Résistant au brouillard salin et à l'ammoniac
- Performances exceptionnelles dans le classement PVUSA Test Calculation (PTC)

Meilleure assurance de garantie

- 25 ans de couverture mondiale
- Couverture à 100 % pendant la période de garantie
- Fourniture de droits de faillite tiers
- Pas d'annulation
- Couverture immédiate
- Assurance par trois des meilleures compagnies d'assurance au monde

Certificats

- IEC 61215, IEC 61730, IEC61701 ED2, UL1703, IEC 62716, KEMCO, CEC Listed, CE, JET, MCS
- ISO 9001:2008 : normes relatives aux systèmes de management de la qualité
- ISO/TS 16949:2009 : système de management de la qualité dans l'industrie automobile
- ISO 14001:2004 : normes relatives aux systèmes de management environnemental
- QC 080000 HSPM : certification relative aux règlements sur les substances dangereuses
- OHSAS 18001:2007 : la certification internationale relative à la santé et la sécurité au travail



www.canadiansolar.com

CS6P-235/240/245/250/255P

Caractéristiques électriques

Conditions d'essai normalisées (STC)	CS6P-235P	CS6P-240P	CS6P-245P	CS6P-250P	CS6P-255P
Puissance nominale maximale (Pmax)	235W	240W	245W	250W	255W
Tension en fonctionnement optimal (Vmp)	29,8V	29,9V	30,0V	30,1V	30,2V
Courant en fonctionnement optimal (Imp)	7,90A	8,03A	8,17A	8,30A	8,43A
Tension en circuit ouvert (Voc)	36,9V	37,0V	37,1V	37,2V	37,4V
Intensité de court-circuit (Isc)	8,46A	8,59A	8,74A	8,87A	9,00A
Rendement par panneau	14,61%	14,92%	15,23%	15,54%	15,85%
Température de fonctionnement	-40°C~+85°C				
Tension maximale du système	1000V (IEC) /600V (UL)				
Calibre maximal des fusibles en série	15A				
Classification des applications	Class A				
Tolérance de puissance	0 ~ +5W				

Dans les conditions d'essai normalisées (STC) : rayonnement de 1000 W/m², spectre de 1,5AM et température des cellules de 25°C.

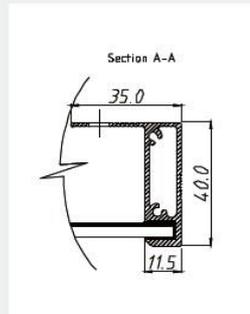
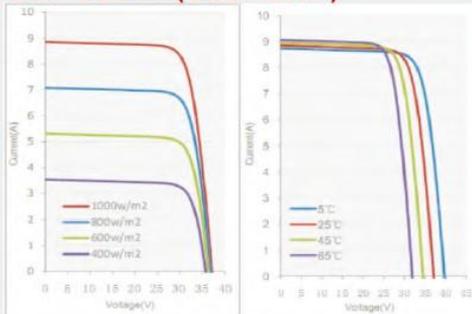
NOCT	CS6P-235P	CS6P-240P	CS6P-245P	CS6P-250P	CS6P-255P
Puissance nominale maximale (Pmax)	170W	174W	178W	181W	185W
Tension en fonctionnement optimal (Vmp)	27,2V	27,3V	27,4V	27,5V	27,5V
Courant en fonctionnement optimal (Imp)	6,27A	6,38A	6,49A	6,60A	6,71A
Tension en circuit ouvert (Voc)	33,9V	34,0V	34,1V	34,2V	34,4V
Intensité de court-circuit (Isc)	6,86A	6,96A	7,08A	7,19A	7,29A

Avec une température normale de fonctionnement des cellules, un rayonnement de 800 W/m², un spectre de 1,5AM, une température ambiante de 20°C et une vitesse du vent de 1 m/s.

Caractéristiques mécaniques

Type de cellule	Silicium polycristallin 156 x 156 mm, 3 or 4 bus bar
Disposition des cellules	60 (6 x 10)
Dimensions	1638 x 982 x 40 mm (64,5 x 38,7 x 1,57 in)
Poids	19 kg (41,9 lbs)
Face avant	Verre trempé de 3,2 mm
Matériau du cadre	Alliage d'aluminium anodisé
Boîte de raccordement	IP65 or IP67, 3 diodes
Câble	4 mm ² (CEI)/12 AWG(UL), 1000 mm
Connecteurs	MC4 ou comparable à MC4
Emballage (panneaux par palette)	24 pièces
Nombre de panneaux par conteneur (de 40 pieds)	672 pièces (40 pieds)

Courbes I-V (CS6P-250P)



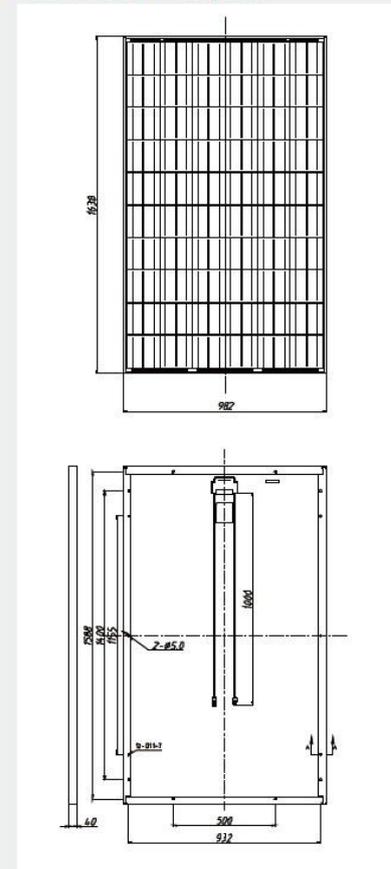
Caractéristiques de température

Coefficient de température	Pmax	-0,43%/°C
	Voc	-0,34%/°C
	Isc	0,065%/°C
Température normale de fonctionnement des cellules		45±2°C

Performance sous faible éclairage

Meilleure performance sous faible éclairage du secteur, rendement de panneau +95,5% d'un rayonnement de 1000 W/m² à 200 W/m² (AM 1,5, 25 °C)

Dessins techniques



*Les spécifications figurant dans cette fiche technique sont sujettes à modifications sans préavis.

À propos de Canadian Solar

Canadian Solar est l'une des plus grandes sociétés spécialisées dans l'énergie solaire du monde. En tant que principal fabricant à intégration verticale de lingots, de galettes, de cellules, de modules et de systèmes solaires, Canadian Solar propose des produits solaires d'une qualité exceptionnelle à des clients du monde entier. L'équipe de professionnels de classe mondiale de Canadian Solar travaille en étroite collaboration avec nos clients pour leur proposer des solutions qui répondent à leurs besoins en énergie solaire.

Fondée en 2001 au Canada, la société Canadian Solar est cotée en bourse depuis novembre 2006 (NASDAQ : CSIQ). Canadian Solar dispose d'une capacité de production de panneaux de 2,3 GW et d'une capacité de production de cellules de 1,5 GW.

FR-Rev 3.52 Copyright © 2013 Canadian Solar Inc.

Siège Social | 545 Speedvale Avenue West | Guelph, Ontario | N1K 1E6 |
Canada | Tél : +1 519 837 1881 | Fax : +1 519 837 2550
inquire.ca@canadiansolar.com

Bureaux EMEA | Canadian Solar EMEA GmbH |
Landsberger Strasse 94 | 80339 Munich | Allemagne
Tél : +49 (0) 89 - 51 996 89 - 0 | Fax : +49 (0) 89 - 51 996 89 - 11
inquire.eu@canadiansolar.com
www.canadiansolar.com

