

Qair

QAIR

Centrale solaire photovoltaïque de Lamadji au
TCHAD

Etude d'impact environnemental et social du projet de centrale solaire de Lamadji

Rapport

Réf : C417 / R479-04

YEK. / BN. / WR. / CL.

Septembre 2024



GINGER
BURGEAP



QAIR

Centrale solaire photovoltaïque de Lamadji au TCHAD

Etude d'impact environnemental et social du projet de centrale solaire de Lamadji

Ce rapport a été rédigé avec la collaboration du bureau d'études BARES

Et

Ginger BURGEAP & Ginger PHENIXA

Objet de l'indice	Date	Indice	Rédaction Nom / signature	Vérification Nom / signature	Validation Nom / signature
Rapport	Septembre 2024	01	Y. EL KAYSSI B. NAAOUI W. RAHIQ	C. LEGER	C. LEGER
Rapport y compris 2 ^{nde} mission biodiversité	Décembre 2023	02	Y. EL KAYSSI B. NAAOUI W. RAHIQ F.CUZIN	C. LEGER	C. LEGER
Rapport suite Due Dil	Mai 2024	03	F.CUZIN	C. LEGER	C. LEGER
Rapport y compris commentaires BAD	Septembre 2024	04	Y.Rafalia C.Léger	C. LEGER	C. LEGER

Numéro de contrat / de rapport :	Réf : C417 / R479-04
Numéro d'affaire :	A1549
Domaine technique :	EIES
Mots clé du thésaurus	ENVIRONNEMENT ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAIQUE

BURGEAP Agence Internationale

143 avenue de Verdun – 92442 Issy les Moulineaux Cedex

Tél : 01 46 10 25 61 • Fax : 01 46 10 25 25 • burgeap.international@groupeginger.com

SOMMAIRE

1.	Introduction	16
1.1	Cadre général.....	16
1.2	Processus d'élaboration de l'EIES	17
1.3	Structure du document.....	18
2.	Description complète du projet	19
2.1	Contexte et justification du projet	19
2.1.1	Contexte.....	19
2.1.2	Justification	20
2.2	Localisation du projet	20
2.3	Objectifs du projet.....	21
2.4	Résultats attendus du projet.....	22
2.5	Principe de fonctionnement de la centrale solaire	22
2.6	Principales composantes du projet	23
2.6.1	Plan masse général	23
2.6.2	Modules photovoltaïques	27
2.6.3	Structures.....	27
2.6.4	Onduleurs.....	29
2.6.5	Transformateurs.....	29
2.6.6	Système de stockage d'énergie par batteries	29
2.6.7	Monitoring	31
2.6.8	Locaux Techniques	32
2.6.9	Ligne électrique de raccordement.....	32
2.6.10	Piste d'accès.....	33
2.6.11	Réseau de drainage.....	34
2.7	Activités en phase de construction.....	35
2.7.1	Centrale solaire	35
2.7.2	Ligne d'évacuation	37
2.7.3	Route d'accès	37
2.7.4	Autres infrastructures	37
2.7.5	Consommation de ressources, effluents et déchets en phase de construction.....	38
2.8	Activités en phase d'exploitation	40
2.8.1	Consommation des ressources, émissions, effluents et déchets en phase d'exploitation	40
2.9	Activités en phase de démantèlement	42
2.10	Emplois.....	42
2.11	Planning de réalisation	44
3.	Alternatives	44
3.1	Alternative « sans projet ».....	44
3.2	Localisation du site	44
3.2.1	Critères techniques	44
3.2.2	Alternatives de site.....	45
4.	Cadre juridique, réglementaire et institutionnel.....	47
4.1	Cadre juridique et réglementaire	47
4.2	Cadre institutionnel.....	69
4.3	Analyse des écarts	72
5.	Identification et évaluation des risques et impacts du projet.....	79
5.1	Introduction.....	79

5.2	Aire d'étude.....	79
5.3	Méthodologie d'identification des impacts.....	81
5.3.1	Activités sources de risques et impacts	81
5.3.2	Composantes environnementales qui seront impactées.....	82
5.3.3	Évaluation de l'importance des impacts	83
5.3.4	Mesures d'atténuation.....	84
5.3.5	Évaluation de l'impact résiduel.....	85
5.4	Évaluation des impacts au cours des différentes phases	85
5.5	Évaluation de l'impact cumulatif	86
6.	Climat et qualité de l'air.....	87
6.1	Introduction.....	87
6.2	Méthodologie	87
6.3	État de référence	87
6.4	Récepteurs sensibles	93
6.5	Impacts et mesures en phase des travaux	94
6.5.1	Impacts	94
6.5.2	Mesures d'atténuation.....	97
6.5.3	Impact résiduel.....	98
6.6	Impacts et mesures en phase d'exploitation.....	99
6.6.1	Impacts	99
6.6.2	Mesures d'atténuation.....	101
6.6.3	Impacts résiduels	101
7.	Bruit et vibrations	103
7.1	Introduction.....	103
7.2	Méthodologie	103
7.3	État de référence	103
7.4	Récepteur sensibles	103
7.5	Impacts et mesures en phase des travaux	104
7.5.1	Impacts	104
7.5.2	Mesures d'atténuation.....	107
7.5.3	Impact résiduel.....	109
7.6	Impacts et mesures en phase d'exploitation.....	110
7.6.1	Impacts	110
7.6.2	Mesures d'atténuation.....	111
7.6.3	Impacts résiduels	111
8.	Sol et ressources en eaux souterraines	111
8.1	Introduction.....	111
8.2	Méthodologie	112
8.3	État de référence	112
8.3.1	Géologie.....	112
8.3.2	Pédologie	113
8.3.3	Hydrogéologie	114
8.4	Récepteurs sensibles	116
8.5	Impacts et mesures en phase des travaux	117
8.5.1	Impacts sur les sols.....	117
8.5.2	Impacts sur les eaux souterraines.....	119
8.5.3	Mesures d'atténuation pour les sols.....	120
8.5.4	Impact résiduel pour les sols.....	122
8.5.5	Mesures d'atténuation pour les eaux souterraines.....	122
8.5.6	Impact résiduel pour les eaux souterraines.....	123
8.6	Impacts et mesures en phase d'exploitation.....	123
8.6.1	Impacts	123
8.6.2	Mesures d'atténuation.....	124
8.6.3	Impacts résiduels	124

9.	Eaux superficielles et pluviales	125
9.1	Introduction.....	125
9.2	Méthodologie	125
9.3	État de référence	125
9.3.1	Topographie	125
9.3.2	Le Chari et ses affluents et ancien bras	126
9.3.3	Hydrographie locale	127
9.4	Récepteurs sensibles	132
9.5	Impacts et mesures en phase des travaux	132
9.5.1	Impacts	132
9.5.2	Mesures d'atténuation	134
9.5.3	Impacts résiduels	135
9.6	Impacts et mesures en phase d'exploitation.....	136
9.6.1	Impacts	136
9.6.2	Mesures d'atténuation	137
9.6.3	Impacts résiduels	138
10.	Déchets solides et matières dangereuses.....	139
10.1	Introduction.....	139
10.2	Méthodologie	139
10.3	État de référence	139
10.4	Récepteurs sensibles	140
10.5	Impacts et mesures en phase de construction	140
10.5.1	Impacts	140
10.5.2	Mesures d'atténuation	143
10.5.3	Impacts résiduels	146
10.6	Impacts et mesures en phase d'exploitation.....	147
10.6.1	Impacts	147
10.6.2	Mesures d'atténuation	148
10.6.3	Impacts résiduels	149
11.	Biodiversité	150
11.1	Introduction.....	150
11.2	Méthodologie	150
11.3	Etat de référence	151
11.3.1	Aires protégées	151
11.3.2	Identification des habitats au niveau du site.....	152
11.3.3	Identification des habitats au niveau du tracé de la ligne électrique.....	156
11.3.4	Flore.....	157
11.3.5	Faune.....	161
11.3.6	Services écosystémiques.....	167
11.3.7	Analyse habitats critiques	168
11.4	Récepteurs sensibles	171
11.5	Impact et mesures en phase de construction	172
11.5.1	Impacts	172
11.5.2	Mesures d'atténuation	173
11.5.3	Impacts résiduels	174
11.6	Impacts et mesures en phase d'exploitation.....	174
11.6.1	Impacts	174
11.6.2	Mesures d'atténuation	176
11.6.3	Impacts résiduels	177
12.	Activités socio-économiques	178
12.1	Introduction.....	178
12.2	Méthodologie	178
12.3	Etat de référence	178

12.3.1	Situation administrative et organisation territoriale.....	178
12.3.2	Caractéristiques démographiques.....	179
12.3.3	Organisation sociale et peuplement de la zone.....	182
12.3.4	Activités économiques	182
12.3.5	Emploi et niveau de vie	183
12.3.6	Equipements sociaux et infrastructures de base.....	184
12.3.7	Statut foncier	187
12.3.8	Occupation des sols au niveau du site de la centrale photovoltaïque	187
12.3.9	Occupation des sols au niveau du tracé de la ligne électrique et la route d'accès.	191
12.4	Récepteurs sensibles	193
12.5	Impacts et mesures en phase de construction	194
12.5.1	Impact	194
12.5.2	Mesures d'atténuation.....	196
12.5.3	Impacts résiduels	198
12.6	Impacts et mesures en phase d'exploitation.....	199
12.6.1	Impact	199
12.6.1	Mesure d'atténuation.....	200
12.6.2	Impacts résiduels	201
13.	Trafic et transport	202
13.1	Introduction.....	202
13.2	Méthodologie	202
13.3	Etat de référence	202
13.3.1	Infrastructures routières	202
13.3.2	Infrastructures aériennes	204
13.4	Récepteurs sensibles	204
13.5	Impacts et mesures en phase de construction	205
13.5.1	Impact	205
13.5.2	Mesures d'atténuation.....	206
13.5.3	Impacts résiduels	207
13.6	Impacts et mesures en phase d'exploitation.....	208
13.6.1	Impact	208
13.6.2	Mesures d'atténuation.....	208
13.6.3	Impacts résiduels	209
14.	Paysage et aspect visuel.....	210
14.1	Introduction.....	210
14.2	Méthodologie	210
14.3	Etat de référence	210
14.4	Récepteurs sensibles	212
14.5	Impacts et mesures en phase de construction	213
14.5.1	Impact	213
14.5.2	Mesures d'atténuation.....	214
14.5.3	Impacts résiduels	214
14.6	Impacts et mesures en phase d'exploitation.....	214
14.6.1	Impacts	214
14.6.2	Mesures d'atténuation.....	215
14.6.3	Impacts résiduels	216
15.	Patrimoine archéologique, anthropologique et culturel	217
15.1	Introduction.....	217
15.2	Méthodologie	217
15.3	Etat de référence	217
15.4	Récepteurs sensibles	219
15.5	Impacts et mesures en phase de construction	219
15.5.1	Impact	219
15.5.2	Mesures d'atténuation.....	220

15.5.3	Impacts résiduels	222
15.6	Impacts et mesures en phase d'exploitation.....	222
16.	Santé et sécurité des travailleurs et conditions de travail	223
16.1	Introduction.....	223
16.2	Méthodologie	223
16.3	Etat de référence	223
16.4	Récepteurs sensibles	223
16.5	Impacts et mesures en phase de construction	224
16.5.1	Impacts	224
16.5.2	Mesures d'atténuation.....	225
16.5.3	Impacts résiduels	230
16.6	Impacts et mesures en phase d'exploitation.....	231
16.6.1	Impacts	231
16.6.2	Mesures d'atténuation.....	232
16.6.3	Impacts résiduels	235
17.	Santé, sûreté et sécurité des communautés	236
17.1	Introduction.....	236
17.2	Méthodologie	236
17.3	Etat de référence	236
17.4	Récepteurs sensibles	237
17.5	Impacts et mesures en phase de construction	238
17.5.1	Impacts	238
17.5.2	Mesures d'atténuation.....	241
17.5.3	Impacts résiduels	243
17.6	Impacts et mesures en phase d'exploitation.....	244
17.6.1	Impacts	244
17.6.2	Mesures d'atténuation.....	247
17.6.3	Impacts résiduels	249
18.	Évaluation des impacts environnementaux et sociaux du projet lors de la phase de démantèlement	251
18.1	Introduction.....	251
18.2	Méthodologie	251
18.3	Récepteurs sensibles	251
18.4	Impacts et mesures en phase de démantèlement	252
18.4.1	Impacts	252
18.4.2	Mesures d'atténuation.....	254
18.4.3	Impacts résiduels	257
19.	Impacts cumulatifs	259
19.1	Introduction.....	259
19.2	Méthodologie et Champs d'Application.....	259
19.3	Évaluation des Impacts Cumulatifs.....	259
19.3.1	Identification des CEVs Clés.....	259
19.3.2	Définition des Limites Spatiales et Temporaires Pertinentes	259
19.3.3	Identification des Autres Projets Existants, Prévus ou Futurs	260
19.3.4	Evaluation des Impacts Cumulatifs sur les CEV	261
19.4	Conclusion	262
20.	Activités de consultation des parties prenantes.....	263
20.1	Consultation des parties prenantes lors des enquêtes socio-économiques 263	
20.2	Consultations publiques concernant le Plan d'Action de Réinstallation.....	264
20.3	Principales attentes et craintes des parties prenantes	264

21.	Conclusion	266
22.	BIBLIOGRAPHIE	267

TABLEAUX

Tableau 1 : Emplois durant la phase de construction	43
Tableau 2 : Les conventions internationales.	47
Tableau 3 : Revue des normes de performance environnementale et sociale de la SFI.	51
Tableau 4 : Textes nationaux.	58
Tableau 5 : Analyse des écarts entre la législation tchadienne et les standards de la SFI	72
Tableau 6 : Terminologie des caractéristiques des impacts	81
Tableau 7 : Matrice d'évaluation de l'importance des impacts.....	83
Tableau 8 : Qualité de l'air - Sensibilité des récepteurs	93
Tableau 9 : Qualité de l'air – Intensité des impacts en phase de construction	95
Tableau 10 : Qualité de l'air – Importance des Impacts en phase de construction.....	96
Tableau 11 : Qualité de l'air – Mesures d'atténuation en phase de construction.....	97
Tableau 12. Qualité de l'air – Importance de l'impact résiduel en phase des travaux	98
Tableau 13 : Qualité de l'air – Intensité des impacts en phase d'exploitation.....	100
Tableau 14 : Qualité de l'air et climat – Importance des impacts en phase d'exploitation.....	100
Tableau 15 : Qualité de l'air et changement climatique – Mesure d'atténuation en phase d'exploitation.....	101
Tableau 16. Qualité de l'air – Importance de l'impact résiduel en phase d'exploitation.....	101
Tableau 17 : Bruit et vibrations – Récepteurs sensibles	103
Tableau 18 : Emissions sonores d'engins et équipements	104
Tableau 19 : Niveaux d'émission sonore par machine et selon la distance de la source	105
Tableau 20 : Niveaux sonores d'un ensemble de machines selon la distance à la source	106
Tableau 21 : Bruit et vibrations – Intensité des impacts en phase de construction	106
Tableau 22 : Bruit et vibrations – Importance des Impacts en phase de construction.....	107
Tableau 23 : Bruit et vibrations – Mesures d'atténuation en phase de construction.....	107
Tableau 24. Bruit et vibrations –Importance de l'impact résiduel en phase de construction	109
Tableau 25 : Bruits et vibrations – Intensité des impacts en phase d'exploitation	110
Tableau 26 : Bruit et vibrations – Importance des impacts en phase d'exploitation	111
Tableau 27 : Bruit et vibrations – Mesure d'atténuation en phase d'exploitation	111
Tableau 28 : Lamadji - résultats des analyses de qualité de la nappe	116
Tableau 29 : Sols et eaux souterraines – Récepteurs sensibles	117
Tableau 30 : Sol – Intensité des impacts en phase de construction	118
Tableau 31 : Pollution du sol – Importance des Impacts en phase de construction	118
Tableau 32 : Eaux souterraines – Intensité des impacts en phase de construction	119
Tableau 33 : Pollution des eaux souterraines – Importance des Impacts en phase de construction	120
Tableau 34 : Pollution du sol – Mesures d'atténuation en phase de construction	120
Tableau 35. Pollution du sol et des eaux souterraines –Importance de l'impact résiduel en phase de construction	122
Tableau 36 : Pollution des eaux souterraines – Mesures d'atténuation en phase de construction	122
Tableau 37. Pollution des eaux souterraines –Importance de l'impact résiduel en phase de construction	123
Tableau 38 : Sol et eaux souterraines – Intensité des impacts en phase d'exploitation.....	124
Tableau 39 : Pollution du sol et des eaux souterraines – Importance des impacts en phase d'exploitation – Centrale solaire et voie d'accès	124

Tableau 40 : Pollution du sol et des eaux souterraines – Mesure d'atténuation en phase d'exploitation.....	124
Tableau 41. Pollution du sol et des eaux souterraines – Importance de l'impact résiduel en phase d'exploitation.....	124
Tableau 42 : Eaux superficielles et pluviales – Récepteurs sensibles.....	132
Tableau 43 : Eaux superficielles et pluviales – Intensité des impacts en phase de construction.....	133
Tableau 44: Eaux superficielles et pluviales – Importance des impacts en phase de construction –	134
Tableau 45 : Eaux superficielles et pluviales – Mesures d'atténuation en phase de construction – Centrale solaire et voie d'accès.....	134
Tableau 46. Eaux superficielles et pluviales – Importance de l'impact résiduel –Phase de construction.....	135
Tableau 47 : Eaux superficielles et pluviales – Intensité des impacts en phase d'exploitation.....	136
Tableau 48 : Eaux superficielles et érosion – Importance des impacts en phase d'exploitation.....	137
Tableau 49 : Eaux superficielles et pluviales – Mesure d'atténuation en phase d'exploitation.....	137
Tableau 50 : Eaux superficielles et pluviales – Impacts résiduels pendant la phase d'exploitation.....	138
Tableau 51 : Déchets dangereux et non dangereux - Récepteurs sensibles.....	140
Tableau 52 : Types et origine des déchets en phase de construction.....	140
Tableau 53 : Gestion des déchets solide et matériaux dangereux et non dangereux - Intensité des impacts durant la phase de construction.....	143
Tableau 54: Déchets solides et matières dangereuses – Importance des impacts en phase de construction.....	143
Tableau 55 : Déchets solides et matières dangereuses – Mesures d'atténuation en phase de construction.....	143
Tableau 56. Déchets solides et matières dangereuses – Importance de l'impact résiduel en phase de construction.....	146
Tableau 57 : Gestion des déchets solide et matériaux dangereux et non dangereux - Intensité des impacts durant la phase d'exploitation.....	147
Tableau 58 : Déchets solides et matières dangereuses – Importance des impacts en phase d'exploitation.....	148
Tableau 59 : Déchets solides et matières dangereuses – Mesure d'atténuation en phase de construction.....	148
Tableau 60. Déchets solides et matières dangereuses – Importance de l'impact résiduel en phase exploitation.....	149
Tableau 61 : Concordance entre les types d'habitat et la typologie de White.....	152
Tableau 62 : Liste des espèces végétales observées.....	157
Tableau 63 : Liste des espèces observées sur le site Lamadji au cours des deux missions (saison sèche et humide).....	163
Tableau 64 : Nomenclature des habitats au sens de la NP n°6.....	168
Tableau 65 : Critères et seuils pour la détermination d'un habitat critique.....	170
Tableau 66 : Biodiversité prioritaire et Habitat Critique (normes SFI).....	170
Tableau 67 : Biodiversité - Récepteurs sensibles.....	171
Tableau 68 : Biodiversité – Intensité des impacts en phase de construction.....	172
Tableau 69 : Biodiversité – Importance des impacts en phase de construction.....	173
Tableau 70 : Biodiversité – Mesures d'atténuation en phase de construction.....	173
Tableau 71 : Biodiversité– Importance de l'impact résiduel – Phase de construction.....	174
Tableau 72 : Biodiversité – Intensité des impacts en phase d'exploitation.....	175
Tableau 73 : Biodiversité – Importance des impacts en phase d'exploitation.....	176
Tableau 74 : Biodiversité – Mesures d'atténuation en phase d'exploitation.....	176
Tableau 75 : Biodiversité– Importance de l'impact résiduel – Phase d'exploitation.....	177
Tableau 76 : Situation des localités par rapport à la zone du projet.....	178
Tableau 77 : Ventilation de la population concernée par le projet par âge.....	180
Tableau 78 : Ménages identifiés au sein du site du projet.....	180

Tableau 79: Profil socio-économique des responsables de ménages	181
Tableau 80 : Activités exercées par les propriétaires des parcelles situées sur l'emprise de 40 ha	188
Tableau 81 : Activités exercées par les propriétaires des parcelles situées sur l'emprise de la centrale photovoltaïque	189
Tableau 82 : Lieu de résidence des propriétaires des parcelles situées sur l'emprise immédiat du projet	189
Tableau 83 : Répartition des parcelles par classe de superficie	190
Tableau 84 : Inventaires d'arbres sur l'emprise immédiate du projet.....	191
Tableau 85 : Socio-économie – Sensibilité des récepteurs	193
Tableau 86: Socio – économie - Intensité des Impacts en phase de construction	195
Tableau 87: Socio-économie – Importance des impacts en phase de construction	196
Tableau 88 : Socio-économie – Mesure d'atténuation en phase de construction.....	196
Tableau 89 : Socio-économie – Importance de l'impact résiduel – Phase de construction	198
Tableau 90 : Socio-économie – intensité des impacts en phase d'exploitation	200
Tableau 91 : Socio-économie - Importance des impacts en phase d'exploitation	200
Tableau 92 : Socio-économie – Mesure d'atténuation en phase d'exploitation	200
Tableau 93 : Socio-économie – Importance de l'impact résiduel – Phase d'exploitation	201
Tableau 94 : Trafic et transport – Récepteurs sensibles.....	204
Tableau 95 : Trafic et transport – Intensité des impacts en phase de construction	205
Tableau 96 : Trafic et transport - Importance des impacts en phase de construction	206
Tableau 97 : Mesures d'atténuation et/ou de compensation – Impact sur le trafic et transport.....	206
Tableau 98 : Trafic et transport – Importance de l'impact résiduel – Phase de construction.....	207
Tableau 99 : Trafic et transport – Intensité des impacts en phase d'exploitation	208
Tableau 100 : Trafic et transport - Importance des impacts en phase d'exploitation.....	208
Tableau 101 : Mesures d'atténuation et/ou de compensation – Impact sur le trafic et transport.....	208
Tableau 102 : Trafic et transport – Importance de l'impact résiduel – Phase d'exploitation	209
Tableau 103 : Paysage et aspects visuel– Récepteurs sensibles	212
Tableau 104 : Paysage et aspects visuel – Intensité des impacts en phase de construction	213
Tableau 105 : Paysage et aspects visuels - Importance des impacts en phase de construction	213
Tableau 106 : Mesures d'atténuation et/ou de compensation – Impact sur le Paysage et aspects visuel.....	214
Tableau 107 : Paysage et aspects visuel – Importance de l'impact résiduel – Phase de construction	214
Tableau 108 : Paysage et aspects visuel – Intensité des impacts en phase de construction	215
Tableau 109 : Paysage et aspects visuel - Importance des impacts en phase d'exploitation	215
Tableau 110 : Mesures d'atténuation et/ou de compensation – Impact sur le Paysage.....	215
Tableau 111 : Paysage et aspects visuels – Importance de l'impact résiduel – Phase d'exploitation.....	216
Tableau 112 : Patrimoine archéologique, anthropologique et culturel – Récepteurs sensibles.....	219
Tableau 113 : Patrimoine archéologique, anthropologique et culturel – Intensité des impacts en phase de construction.....	220
Tableau 114 : Patrimoine archéologique et culturel - Importance des impacts en phase de construction	220
Tableau 115 : Patrimoine archéologique, anthropologique et culturel - Mesures d'atténuation en phase de construction.....	220
Tableau 116 : Patrimoine archéologique, anthropologique et culturel – Importance de l'impact résiduel – Phase de construction	222
Tableau 117 : Santé sécurité des travailleurs et conditions de travail – Récepteurs sensibles.....	223
Tableau 118 : Santé sécurité des travailleurs et conditions de travail – Intensité des impacts en phase de construction.....	224
Tableau 119 : Santé sécurité des travailleurs – Importance des impacts en phase de construction	225
Tableau 120 : Santé sécurité des travailleurs et conditions de travail – Mesures d'atténuation en phase de construction.....	227

Tableau 121 : Santé sécurité des travailleurs – Importance de l'impact résiduel – Phase de construction	230
Tableau 122 : Santé sécurité des travailleurs et conditions de travail – Intensité des impacts en phase d'exploitation	231
Tableau 123 : Santé sécurité des travailleurs – Importance des impacts en phase d'exploitation	232
Tableau 124 : Santé sécurité des travailleurs – Mesures d'atténuation en phase d'exploitation	232
Tableau 125 : Santé sécurité des travailleurs – Importance de l'impact résiduel – Phase d'exploitation	235
Tableau 126 : Causes des décès (pour 100 000 hab.) selon le sexe (2020)	236
Tableau 127 : Santé, sûreté et sécurité des communautés– Récepteurs sensibles	237
Tableau 128 : Santé, sûreté et sécurité des communautés – Intensité des impacts en phase de construction	239
Tableau 129 : Santé, sûreté et sécurité des communautés – Importance des impacts en phase de construction	240
Tableau 130 : Santé, sûreté et sécurité des communautés – Mesures d'atténuation en phase de construction	241
Tableau 131 : Santé, sûreté et sécurité communautaires – Importance de l'impact résiduel – Phase de construction	243
Tableau 132 : Santé, sûreté et sécurité des communautés – Intensité des impacts en phase d'exploitation	246
Tableau 133 : Santé, sûreté et sécurité communautaires – Importance des impacts en phase d'exploitation	246
Tableau 134 : Santé, sûreté et sécurité des communautés – Mesures d'atténuation en phase d'exploitation	247
Tableau 135 : Santé, sûreté et sécurité communautaires – Importance de l'impact résiduel – Phase d'exploitation	249
Tableau 136 : Phase de démantèlement– Récepteurs sensibles	251
Tableau 137 : Intensité des impacts en phase de démantèlement	252
Tableau 138 : Importance des Impacts en phase de démantèlement	253
Tableau 139 : Mesures d'atténuation en phase de démantèlement	254
Tableau 140 : Importance de l'impact résiduel en phase de démantèlement	257
Tableau 141: Synthèse des attentes et craintes des Parties Prenantes de Lamadji	264

FIGURES

Figure 1 : Localisation de l'arrondissement de Lamadji	16
Figure 2 : Localisation du projet de Lamadji	21
Figure 3 : Principaux éléments d'une centrale solaire photovoltaïque	22
Figure 4 : Layout du projet de la centrale solaire de Lamadji (champ solaire et ligne électrique)	24
Figure 5 : Layout du champ solaire	25
Figure 6 : Plan masse du bâtiment administratif et technique	26
Figure 7 : Modules photovoltaïques	27
Figure 8 : Schéma d'ensemble d'une structure photovoltaïque	28
Figure 9 : Système des pieux battus	28
Figure 10 : Principe des batteries « Lithium Iron Phosphate »	30
Figure 11 : Exemple de locaux techniques	32
Figure 12 : Lignes de raccordement et piste d'accès de la centrale de Lamadji au poste de la SNE	33
Figure 13 : Exemple de poteau électrique	33
Figure 14 : Réseau de drainage de la centrale photovoltaïque et sens d'écoulement des eaux pluviales	34
Figure 15 : Schéma d'un fossé de drainage traversant une route	35

Figure 16 : Assemblage des structures métalliques et de la mise en place du système d'ancrage des structures porteuses	36
Figure 17: Installation du poste de livraison (entrée principale de la centrale) et des boîtes de jonction et raccordement jusqu'aux onduleurs	36
Figure 18: Raccordement des panneaux en série et poste de livraison.	36
Figure 19 : Emplacement des alternatives de choix du site et du site retenu	46
Figure 20 : Délimitation de la zone d'étude	80
Figure 21 : Stratégie d'atténuation	84
Figure 22 : Température et précipitation moyennes à N'Djamena.....	88
Figure 23 : Variation interannuelle de la pluviométrie à N'Djamena de 1991 à 2020	89
Figure 24 : Courbe ombro-thermique de N'Djamena de 1991-2020.....	89
Figure 25 : Vitesse moyenne mensuelle du vent à N'Djamena.....	90
Figure 26 : Direction des vents à N'Djamena.....	91
Figure 27 : Variation de l'humidité relative de l'atmosphère à N'Djamena de 1991 à 2020	92
Figure 28 : Évolution de la durée d'insolation moyenne/mois de 1991 à 2020.....	92
Figure 29 : Évolution de la durée d'insolation moyenne journalière/mois de 1991 à 2020.....	93
Figure 30 : Lamadji, extrait de la carte géologique	113
Figure 31: Nature limoneuse de certains tronçons de la piste d'accès.....	114
Figure 32 : Carte piézométrique de l'aquifère quaternaire	114
Figure 33 : Inventaire des points d'eau	115
Figure 34 : Localisation des puits dans la zone de Lamadji (Contour violet – zone du projet – contour jaune – délimitation initiale)	115
Figure 35 : Topographie du site de Lamadji.....	126
Figure 36 : Débits moyens mensuels de Chari à N'Djamena – Période 1933-1991.....	127
Figure 37 : Débits moyens mensuels du fleuve Chari-Logone – Période 2005-2015.....	127
Figure 38 : Site de Lamadji : analyse du risque inondation et propositions d'aménagement	131
Figure 39 : La hiérarchie de la gestion des déchets. Source : Zero Waste France	142
Figure 40 : Itinéraires prospectés sur le site de Lamadji.....	151
Figure 41 : Le plateau arboré, avec <i>Acacia senegal</i> dominant	153
Figure 42 : L'oued, avec son couvert arboré	153
Figure 43 : Le plateau arboré, avec <i>Acacia senegal</i> dominant, 2 mois après la fin de la saison des pluies.....	154
Figure 44 : Milieux du site de Lamadji.....	155
Figure 45: Carte des milieux de la ligne électrique de raccordement de Lamadji	156
Figure 46 : <i>Celtis tokia</i> , localisé dans les oueds	158
Figure 47 : <i>Vachellia nilotica subsp tomentosa</i>	158
Figure 48 : <i>Bauhinia rufescens</i>	159
Figure 49 : <i>Balanites aegyptiaca</i>	160
Figure 50 : <i>Acacia senegal</i>	161
Figure 51 : <i>Agama agama</i>	162
Figure 52 : <i>Agama agama</i> femelle	162
Figure 53 : <i>Trachylepis quinquetaeniata</i>	163
Figure 54 : Nids occupés de Tisserins à Lamadji - Au sommet de l'arbre, gros nids communautaires d'Alecto à bec blanc - Plus bas, petits nids de couples de Tisserin vitellin	164
Figure 55 : Coquilles de <i>Pilea wernei</i>	166
Figure 56: <i>Papilio demodocus</i>	167
Figure 57 : Situation des localités dans les environs de la zone du projet.....	179
Figure 58: Carte de situation des ménages sur l'emprise de 40 ha	181
Figure 59 : Localisation de la cimenterie de CIMAF.....	183
Figure 60: Taux global de scolarisation.....	185
Figure 61 : Localisation de la piste de passage au sein de la zone	186
Figure 62 : Type d'habitations au niveau de l'aire d'étude	191

Figure 63 : Photos de la voie d'accès au sud du cimetière et de sa périphérie	192
Figure 64 : Photos de la voie d'accès à l'ouest du cimetière et sa périphérie	192
Figure 65 : Aperçu de circulation sur les voies revêtues (Route nationale) en allant vers le site	203
Figure 66 : Vue générale de la route d'accès (route de 20) et de la ligne de raccordement de Lamadji	203
Figure 67 : Paysage au niveau du site	211
Figure 68 : Vue sur la route d'accès et le passage de la ligne électrique (côté Ouest du cimetière)	211
Figure 69 : route d'accès et couloir de la ligne électrique au sud du cimetière.....	212
Figure 70 : Localisation de tombes en bordure sud du site.....	217
Figure 71 : Photos des tombes en bordure sud du site.....	218
Figure 72 : Mosquée sur le site de la centrale.....	218
Figure 73 : Localisation de la mosquée sur le site de la centrale.....	219
Figure 74 : Exclusion de la zone de tombes au sud du site	221
Figure 75 : Valeurs des champs magnétiques des lignes électriques	245
Figure 76 : Valeurs des champs électriques des lignes électriques	245
Figure 77 : Localisation de la centrale solaire de Djermaya.....	260

PHOTOGRAPHIES

Photographie 1 : Quartier inondé de N'Djaména 10/2022	126
Photographie 2 : Végétation arborée au niveau de l'oued n°1 au Nord-Ouest du site	128
Photographie 3 : Piste franchissant l'oued n°1 (Formation d'ornières dues aux camions).....	128
Photographie 4 : Oued n°1 au niveau du mur du cimetière	129
Photographie 5 : Zone humide du cimetière en eau à l'Est du site	129
Photographie 6 : Piste d'accès avec mur de cimetière au Nord et fossé au Sud de la piste	130

ANNEXES

Annexe 1. Permis environnemental
Annexe 2. Liste des espèces végétales observées
Annexe 3. Liste des vertébrés
Annexe 4. Données de la liste Rouge de l'UICN
Annexe 5. Questionnaires d'enquêtes
Annexe 6. Compte-rendu des consultations publiques
Annexe 7. Termes de référence de la prestation

ACRONYMES

Abréviations	Explication
ADER	Agence pour le Développement des Énergies Renouvelables
AEP	Alimentation en Eau Potable
ANAM	Agence Nationale de la Météorologie du Tchad
BM	Banque mondiale
BTEX	Les composés organiques volatils appartenant à la famille des hydrocarbures aromatiques Benzène – Toluène – Éthylbenzène – Xylènes
CCNUCC	Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques
COP	Conférence des Parties
COV	Composés organiques volatils
CPDN	Contribution prévue déterminée au niveau national
DEELCPN	Direction des Évaluations Environnementales et de la Lutte contre les Pollutions et Nuisances
EIES	Etude d'Impact Environnemental et social
EPC	Equipements de protection collective
ERM	Environmental Resource Management
FNE	Fonds National pour l'Environnement
GES	Gaz à Effet de Serre
GPS	Global Positioning System
Ha	Hectare
HCNE	Haut Comité National pour l'Environnement
HSE	Hygiène Sécurité Environnement
IFC	International Finance Corporation
M ³ /h	Mètres cubes par heure
MEPDD	Ministère de l'Environnement de la Pêche et du Développement Durable
NP	Normes de Performance
NP	Niveau piézométrique
PAR	Plan d'Action de Réinstallation
PEPP	Plan d'Engagement des Parties Prenantes
PGES	Plan de Gestion Environnementale et Sociale
PNUD	Programme des Nations Unies pour le Développement
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'Environnement
POP	Polluants Organiques Persistants
PRMS	Plan de Restauration de Moyens de Subsistance
PUAE	Plan d'Urgence d'Accès à l'Electricité
PV	Photovoltaïque
QIT	Qair International Tchad
SFI	Société Financière Internationale
SLG	Structures Locales de Gestion
SNE	Société Nationale d'Électricité
STEE	Société Tchadienne d'Eau et d'Électricité

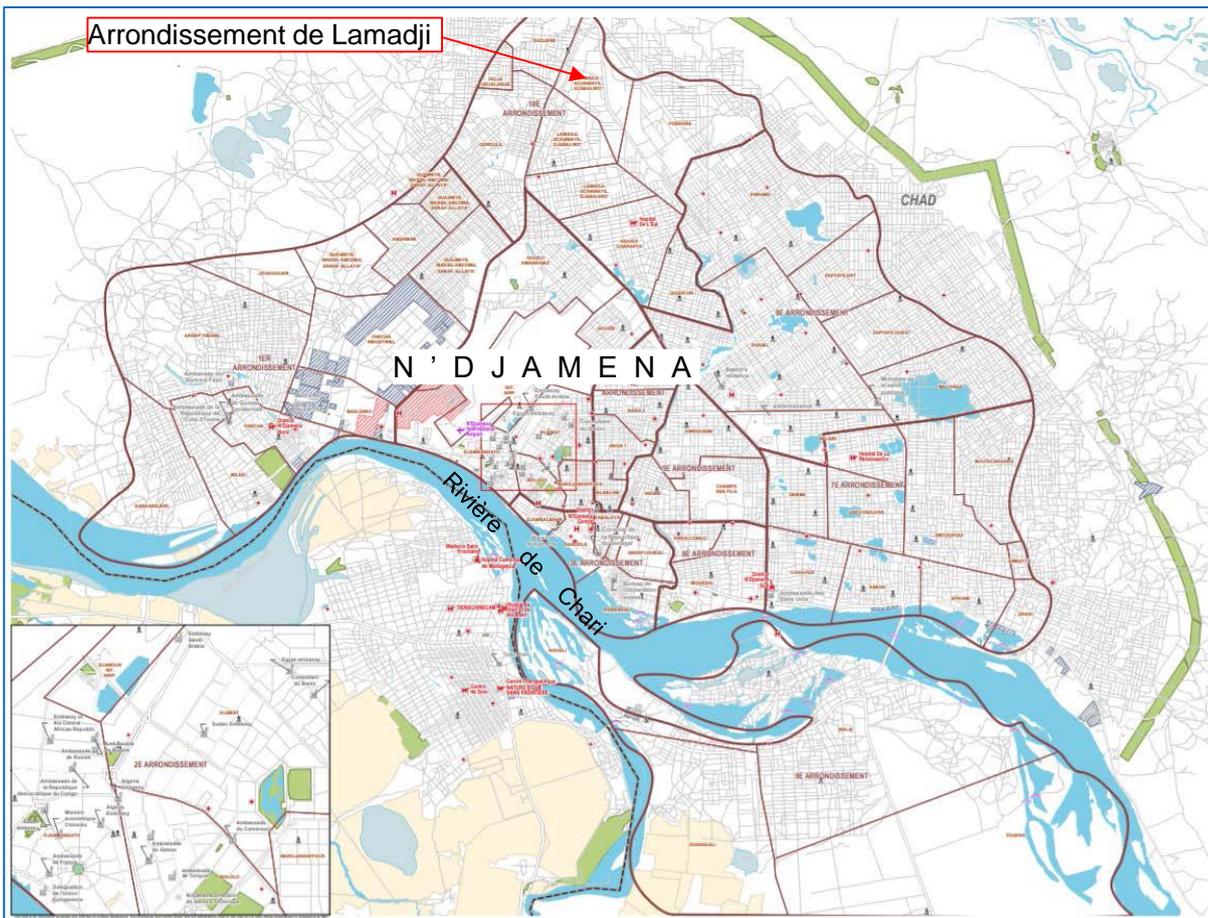
Abréviations	Explication
TN	Terrain Naturel
UICN	Union internationale pour la conservation de la nature
UNFCCC	Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques

1. Introduction

1.1 Cadre général

La société Qair via sa filiale Quadran International Tchad (QIT) développe à N'Djamena au Tchad, sur un terrain de 40 Ha, un projet d'une centrale solaire photovoltaïque dans le quartier de Lamadji (figure 1 suivante).

Figure 1 : Localisation de l'arrondissement de Lamadji



Source : Carte administrative de N'Djamena - <https://gifex.com/>

Ce projet a fait l'objet en 2018 d'une étude d'impact environnemental et social ainsi que d'une ébauche d'un Plan d'Action de Réinstallation (PAR). Ces rapports d'études ont été soumis au Ministère de l'Environnement, de la Pêche et du Développement Durable qui se charge de la revue et du lancement des consultations publiques. À la suite de cela, QIT s'est vu attribué deux permis environnementaux qui ont été renouvelés en 2023 (cf annexe 1).

Suite à la sollicitation de bailleurs de fonds internationaux pour contribuer au financement du projet, une revue d'évaluation de la conformité de cette EIES et des autres études environnementales et sociales réalisées pour compte de Quadran International par rapport aux standards internationaux (NP de la SFI, Directives HSE de la SFI et Cadre E&S de la Banque Mondiale), ou Gap Analysis, a été réalisée par Environmental Resource Management ("ERM") en septembre 2018.

Cette revue a identifié des écarts par rapport à ces standards et des études complémentaires pour assurer la confirmation des études vis-à-vis des standards internationaux.

Dans ce cadre, Qair a sollicité la société Burgeap pour la réalisation des études complémentaires et la production de l'Etude d'Impact Environnemental et Social en conformité avec les exigences des standards internationaux.

Les actions complémentaires requises pour assurer la conformité des documents vis-à-vis les standards internationaux de la SFI et de la BM sont les suivantes :

- La mise à jour des données concernant le projet ;
- La mise à jour et collecte de données supplémentaires relatives à l'état de référence ;
- La rédaction complète de l'étude d'impact environnemental et social selon les bonnes pratiques d'évaluation environnementale et en tenant compte des recommandations issues de l'analyse des écarts (gaps analysis). Cette rédaction sera basée sur les éléments déjà présentés dans l'EIES et dans l'addendum ;
- La rédaction du Plan de Gestion Environnementale et Sociale (PGES) ;
- La rédaction du Plan d'Engagement des Parties Prenantes (PEPP) ;
- La rédaction du Plan d'Action de Réinstallation (PAR) et du Plan de Restauration de Moyens de Subsistance (PRMS) ;
- L'organisation d'études complémentaires sur le volet biodiversité ;
- La réalisation d'un bilan eau du projet et l'évaluation de son impact hydrologique.

Ces actions complémentaires feront partie des livrables suivants :

- Etude d'Impact Environnemental et Social ;
- Plan de Gestion Environnementale et Sociale ;
- Plan d'Engagement des Parties Prenantes ;
- Plan d'Action de Réinstallation.

Ce document correspond à l'Etude d'Impact Environnemental et Social.

1.2 Processus d'élaboration de l'EIES

Le processus d'élaboration de l'EIES comprend les étapes suivantes :

- Réalisation d'une étape de cadrage qui a compris :
 - La revue détaillée des différentes études menées et du gap analysis ;
 - L'identification des données complémentaires nécessaires pour la description du projet ;
 - L'identification des données complémentaires nécessaires pour compléter l'état de référence et l'identification des parties prenantes ;
 - L'identification des actions nécessaires pour la réalisation du PAR ;
 - L'identification de l'étendue et de l'emprise du Projet, de l'ensemble des activités y compris le calendrier ;
 - La revue réglementaire tchadienne et les normes de performance de la SFI et des principes de l'Equateur avec une analyse des écarts ;
 - L'identification des principales parties prenantes à prendre en compte dans l'EIES et entamer un processus continu d'engagement qui se poursuivra tout au long du processus d'EIES ;

- La réalisation d'une visite de site et la réalisation d'une première caractérisation succincte du milieu physique, biologique et social ;
- L'identification des premiers impacts potentiels du projet sur la base des premiers éléments de caractérisation du milieu ;
- L'identification des missions de terrain complémentaires.
- Définition des zones d'étude des composantes environnementales et sociales :
- Description et justification du projet :

L'objectif de la description du projet est de permettre une évaluation de la portée du projet et de définir ses principales composantes, tant au niveau de la construction que de l'exploitation. Cette description sera ensuite utilisée pour déterminer les impacts du projet sur les éléments de l'environnement biophysique et humain.

- Analyse des alternatives :

Conformément aux normes internationales de performance environnementale et sociale, des alternatives au projet, tant sur le plan technique que sur celui de l'emplacement, ont été envisagées, y compris l'alternative "pas de projet".

- Définition de l'état de référence :

L'état de référence établi en 2018 a été mis à jour en :

- Réalisant des missions de terrain de reconnaissance du site et du couloir du tracé de la ligne électrique et de la route d'accès ;
- Collectant des informations bibliographiques ;
- Réalisant des enquêtes socio-économiques ;
- Réalisant des investigations dans le domaine de la biodiversité.
- Identification et évaluation des impacts :

Afin d'obtenir une évaluation crédible des incidences environnementales et sociales, l'évaluation de l'importance de l'impact pour chaque incidence identifiée doit être un processus transparent, rigoureux et objectif.

La méthodologie d'évaluation de l'importance de l'impact est décrite au Chapitre 5 et suit les meilleures pratiques internationales basées sur l'hypothèse que l'importance d'un impact sur les ressources ou les récepteurs résulte d'une interaction entre la nature et l'étendue de l'impact ou du changement, les caractéristiques des ressources ou des récepteurs affectés et la sensibilité environnementale de ces ressources ou de ces récepteurs au changement.

Les impacts sont évalués pour les phases de construction, d'exploitation et de démantèlement du projet. L'évaluation des impacts cumulatifs est également réalisée.

- Mesures d'atténuation :

Pour chaque thème étudié et pour chaque phase du projet (construction, exploitation et démantèlement), des mesures d'atténuation et/ou de compensation sont proposées.

- Consultation des parties prenantes :

Le processus d'élaboration de l'EIES depuis les phases initiées en 2018 comprend également la consultation des parties prenantes.

1.3 Structure du document

Afin de se conformer aux exigences de l'évaluation environnementale et aux bonnes pratiques internationales, ce rapport est organisé comme suit :

- Volume 1 : Rapport principal
- Volume 2 : Résumé Non Technique
- Volume 3 : Plan de Gestion Environnementale et Sociale

Le volume 1 est le texte principal du rapport contenant les enjeux environnementaux et sociaux identifiés dans le cadre du projet. Le rapport est structuré comme suit :

- Introduction et contexte du projet ;
- Objectifs et localisation du projet ;
- Description du projet ;
- Alternatives ;
- Cadre juridique, réglementaire et institutionnel ;
- Méthodologie d'analyse d'impact ;
- Pour chacun des éléments environnementaux :
 - Méthodologie ;
 - Etat de référence ;
 - Récepteurs sensibles ;
 - Évaluation des effets / impacts, des mesures d'atténuation et des impacts résiduels pendant la phase de construction ;
 - Évaluation des effets / impacts, des mesures d'atténuation et des impacts résiduels pendant la phase d'exploitation ;
- Evaluation des impacts environnementaux et sociaux en phase de démantèlement,
- Impacts cumulatifs

Le volume 3 constitue le PGES qui représente l'aspect pratique, le document opérationnel de l'EIES. Il décrit les moyens et mécanismes mis en place pour veiller au respect des exigences légales et environnementales durant la phase de construction par l'EPC et ses sous-traitants ; et en phase d'exploitation par le promoteur du projet et l'équipe d'exploitation et de maintenance. Le PGES comprend le plan de surveillance environnementale et sociale ainsi que les procédures qui assurent la mise en œuvre et le suivi de la performance des mesures d'atténuation et des autres éléments.

2. Description complète du projet

2.1 Contexte et justification du projet

2.1.1 Contexte

En 2020, le taux d'accès à l'électricité du Tchad est l'un des plus bas au monde à 6,4 % contre une moyenne de 48 % en Afrique subsaharienne . Dans le domaine de la politique énergétique, sur les dix dernières années, le gouvernement a élaboré et adopté :

- Schéma Directeur de l'Energie en 2012,
- Schéma directeur des Energies Renouvelables en 2018,
- Lettre de Politique Energétique (LPE) en 2018.

- Plan d'Urgence d'Accès à l'Electricité (PUAE) en juillet 2020.

L'objectif annoncé dans le LPE est d'atteindre un taux d'accès à l'électricité de 53 % d'ici 2030 et avec un objectif intermédiaire de 30% en 2023 selon le PUAE.

En 2020, le parc national de production d'électricité sur l'ensemble du territoire était d'environ 186,135 MW concentré à 90% sur la ville de N'Djamena. Le secteur de l'énergie dépend jusqu'à présent en quasi-totalité des énergies fossiles.

L'objectif est d'avoir 20% la part des énergies renouvelables dans la production électrique nationale à l'horizon 2030.

2.1.2 Justification

Le projet consiste à développer, construire et exploiter une centrale photovoltaïque d'une puissance de 15 MW ainsi que la construction d'une ligne électrique de 15 kV pour le raccordement de la centrale au poste électrique existant de Lamadji sur une longueur de 4,5 km.

Ainsi le projet de la centrale solaire de Lamadji va contribuer à atteindre les objectifs nationaux en matière de capacité de production en énergie renouvelable.

En septembre 2015, le Tchad a répondu à l'appel de l'UNFCCC en publiant sa Contribution Prévue Déterminée au niveau National (CPDN) au combat contre le changement climatique. Le pays s'est engagé inconditionnellement à réduire ses émissions de gaz à effet de serre de 18,2% à horizon 2030 par rapport au scénario de référence de 2010, ce qui représente une réduction de 41,7 millions de tonnes de CO2 équivalent par an.

L'introduction du projet de Lamadji sur le réseau électrique de N'Djaména devrait permettre d'éviter annuellement 19 500 tonnes d'Eq.CO2.

2.2 Localisation du projet

Le projet de Lamadji est situé dans le 10^{ème} arrondissement de la ville de N'Djamena dans le quartier Achawaïl. La centrale photovoltaïque sera développée sur un terrain alloué par le Ministère de l'énergie à la société QIT dans le cadre d'un bail emphytéotique d'une durée de 25 ans. La centrale occupera une superficie de 20 ha sur une superficie totale de 40 ha objet du bail signé entre Quadran International Tchad et le ministère du pétrole, des mines et de l'énergie (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

Le site est accessible depuis la route nationale reliant N'Djamena à Massaguet au Nord, en empruntant une route non revêtue vers l'Est au niveau du poste électrique de Lamadji sur environ 2 km puis en empruntant une piste longeant le mur du cimetière de Lamadji en direction du Nord sur environ 1,4 km.

La ligne de raccordement suivra la route existante depuis le poste électrique puis la piste d'accès longeant le mur du cimetière.

Figure 2 : Localisation du projet de Lamadji



Source : Google earth – annotations Ginger Burgeap

Le site comprend 3 habitations occupées en permanence, quelques constructions inachevées et non occupées, une mosquée et 3 puits.

Quelques parcelles de production maraîchères sont développées en agriculture de décrue et localisées au niveau des zones inondées en période de pluie.

2.3 Objectifs du projet

Le projet a pour objectifs de produire de l'électricité d'origine renouvelable ce qui va permettre d'augmenter la capacité de production électrique du Tchad sans avoir recours aux combustibles fossiles. Les objectifs spécifiques du projet sont :

- Mobiliser le secteur privé pour assurer le développement d'une production d'énergie renouvelable

- Développer un projet d'énergie renouvelable de 15 MWc à raccorder sur le réseau électrique de la ville de N'Djamena afin de renforcer la capacité de production et améliorer l'alimentation électrique

2.4 Résultats attendus du projet

Les résultats attendus du projet sont :

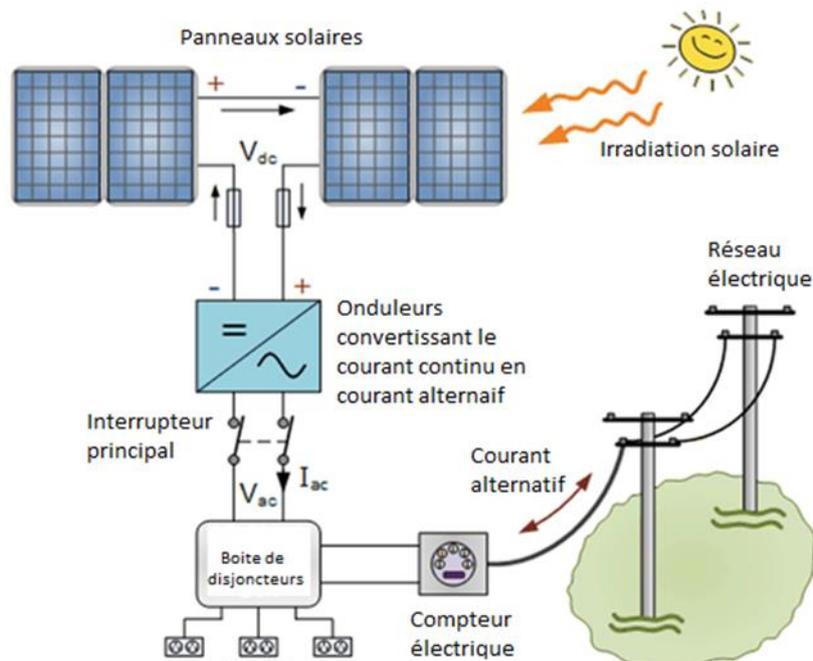
- Construction d'une centrale solaire d'une capacité de 15 MWc
- Mise en place d'un système de stockage de l'énergie par batteries pour une capacité de 1,5MW/1,5MWh
- Le raccordement de cette centrale au poste de Lamadji par la mise en place d'une ligne électrique de 15 kV sur une longueur de 4,5 km.
- L'exploitation de la centrale solaire par la société QIT pour une période de 20 années

2.5 Principe de fonctionnement de la centrale solaire

Une centrale photovoltaïque est composée d'un ensemble d'équipements permettant de transformer les radiations solaires en énergie électrique. Les panneaux photovoltaïques, composés d'un groupe de cellules photovoltaïques, génèrent un courant continu quand ils captent l'énergie photovoltaïque provenant de l'irradiation solaire. L'électricité produite est ensuite acheminée aux onduleurs qui convertissent le courant continu, de basse tension en courant alternatif à moyenne tension. L'électricité est ensuite délivrée par des câbles souterrains au poste de livraison de la centrale solaire qui permet, l'injection de l'électricité produite au réseau électrique national au niveau du poste source le plus proche (sous-station) via une ligne de raccordement aérienne ou l'envoi vers les batteries pour stockage et restitution dans le réseau en cas de plus forte demande ou pour des besoins de stabilisation du réseau.

Le schéma ci-dessous présente les principaux éléments d'une centrale solaire photovoltaïque :

Figure 3 : Principaux éléments d'une centrale solaire photovoltaïque



Source : EIE Bares - 2018

2.6 Principales composantes du projet

Le projet de la centrale photovoltaïque comprendra :

- Un champ de panneaux photovoltaïques pour une puissance de 15 MW ;
- Des batteries de stockage « lithium fer phosphate » pour une capacité totale de 1,5MW/1,5MWh ;
- Un poste de livraison ;
- Une zone pour les bâtiments techniques et administratifs ;
- Une ligne de raccordement électrique au poste de Lamadji ;
- Une piste d'accès.

2.6.1 Plan masse général

La centrale couvrira une superficie d'une vingtaine d'hectares.

Le champ photovoltaïque comprendra 24 000 à 30 000 panneaux photovoltaïques qui seront connectés à 53 à 61 onduleurs et 4 transformateurs.

Le site comprendra également le poste de livraison ainsi que des bâtiments techniques et administratifs situés à l'entrée du site. Le poste de livraison est intégré dans le bâtiment technique (avec mise en place d'un mur coupe-feu entre le bâtiment et le poste de livraison).

L'entrée est située au coin sud-est de la parcelle.

La ferme photovoltaïque sera entourée d'un mur surélevé en parpaings (1,20m) surmonté par une clôture (80cm) et installation des portails. Une porte d'accès sera également mise en place au nord du site entre les blocs 1 et 3.

La zone de chantier (Laydown area) sera implantée juste au niveau de l'entrée du site. A la fin de la phase de construction, cette zone sera réhabilitée et délimitée par une clôture.

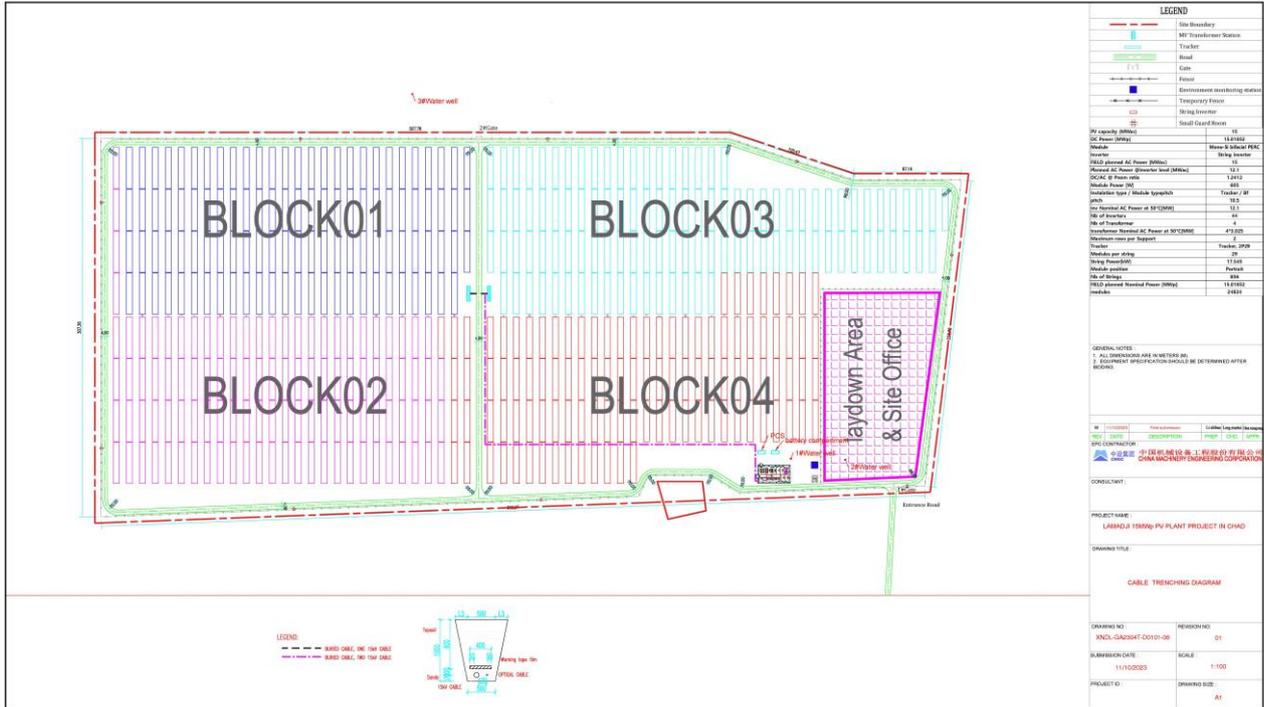
Le layout du projet et du champ solaire sont présentés aux Figure 4, Figure 5 et Figure 6.

Figure 4 : Layout du projet de la centrale solaire de Lamadji (champ solaire et ligne électrique)



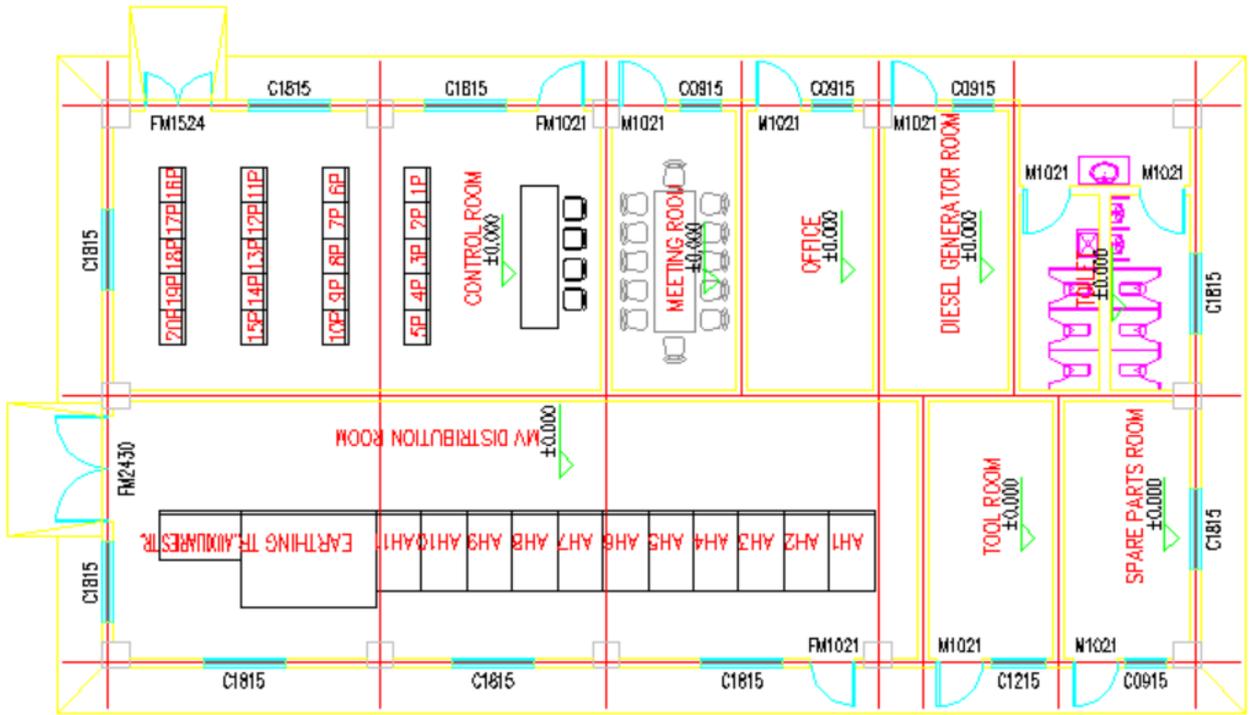
Source : QAIR – Novembre 2023

Figure 5 : Layout du champ solaire



Source : Qair – Novembre 2023

Figure 6 : Plan masse du bâtiment administratif et technique



Source : Qair, 2024

2.6.2 Modules photovoltaïques

La centrale solaire photovoltaïque (PV) sera composée de 24 200 modules photovoltaïques d'une puissance nominale estimée à 620 Wc chacun et de dimension 2 382 mm x 1 134 mm x 30 mm par module. Ainsi, la capacité installée totale de cette centrale sera de 15MWc.

La technologie des modules photovoltaïques sélectionnés pour le projet est de type monocristallin bi-facial. Ce choix permet notamment de maximiser le rendement et la production de la centrale solaire.

Les panneaux ont une garantie produit de 12 ans et une garantie de puissance linéaire de 30 ans. Sur 30 ans, la dégradation de la production est de 0,4% par an.

L'espacement entre les rangées de modules photovoltaïques est également un facteur important dans la mise en place du parc photovoltaïque. L'espacement entre les rangées est un compromis entre l'optimisation de l'espace et le maintien des pertes d'irradiation dans une limite acceptable.

Figure 7 : Modules photovoltaïques



Modules photovoltaïques à trackers

Source : IFC



Modules photovoltaïques bi-facial

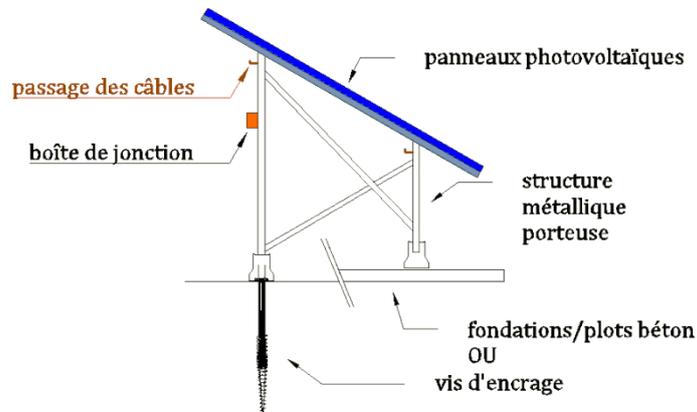
Source : CEA-INES

2.6.3 Structures

Les structures portant les modules PV supportent chacune plusieurs dizaines de panneaux. Ces structures sont sous forme de trackers à axe unique (-60°/+60°) avec une distance de 9,50m entre deux axes successifs.

Les structures utilisées sont en acier galvanisé, matériau dont la durée de vie est en adéquation avec le projet. De plus, il permet une forte résistance de la structure aux hautes températures en cas d'incendie. Les visseries sont en inox. Les structures implantées sont au maximum orientées plein Sud (Azimut 0°), inclinées entre 10 et 15° par rapport à l'horizontal (optimal dans la région) afin de maximiser l'intensité du rayonnement solaire sur les panneaux. Un espacement suffisant entre les rangées des structures est calculé afin de réduire au minimum la projection d'ombre sur les modules par les rangées qui les précèdent.

Figure 8 : Schéma d'ensemble d'une structure photovoltaïque



Source : EIE - BARES - 2018

En fonction de la nature du sol, les structures porteuses des modules photovoltaïques peuvent être maintenues au sol par plusieurs systèmes : des plots béton en surface, des systèmes de vis, ou des pieux battus. En première approche nous privilégions les pieux battus, qui présentent plusieurs avantages :

- Réversibilité ;
- Convient aux sols stabilisés et résistants en traction ;
- S'adapte aux variations du terrain ;
- Invisibles une fois posés ;
- Mise en œuvre rapide avec multiplication des postes de travail possible.

Figure 9 : Système des pieux battus



Source : Pauselli Srl

Le dimensionnement des fondations est effectué en fonction de la nature du sol, du poids de la structure et celui des panneaux, de la hauteur des tables, de leur prise au vent ainsi que des vitesses de vent enregistrées

dans le secteur. Les résultats de l'étude géotechnique (étude de sol par sondage en plusieurs points de chaque site) ont recommandé une profondeur allant jusqu'à 2m.

2.6.4 Onduleurs

Les onduleurs convertissent l'énergie continue produite par le champ photovoltaïque en énergie alternative (qui est le courant délivré par le réseau électrique). Les panneaux photovoltaïques sont connectés en série formant des chaînes de panneaux. Plusieurs chaînes de panneaux sont ensuite connectées en parallèle sur les onduleurs dont les caractéristiques électriques correspondent. Par ailleurs, les onduleurs sont équipés de plusieurs composants de sécurité et de protection qui permettent d'isoler la centrale solaire en cas d'incidents sur le réseau et protègent dans une certaine mesure les composants électroniques en cas de surtension. Il existe deux types d'onduleurs :

- Les onduleurs « décentralisés », c'est-à-dire des onduleurs de petite puissance regroupant une ou plusieurs chaînes de modules et répartis sur l'ensemble du site. Cela permet de réduire les distances du Courant Continu (CC) et de limiter les pertes de production en cas d'arrêt momentané d'un onduleur. Ces onduleurs placés à l'extérieur ne nécessitent pas un local dédié, et sont donc IP65. Les températures de fonctionnement sont supérieures à 50°C.
- Les onduleurs « centralisés », c'est-à-dire des onduleurs de puissance plus élevée regroupant un nombre important de chaînes de panneaux et situés au sein du local technique.

L'option retenue permettant un meilleur rendement et un coût optimisé pour le projet est celle des onduleurs décentralisés. 53 à 61 onduleurs d'une puissance nominale de 212,5 kVA @ 45°C seront installés.

2.6.5 Transformateurs

Les transformateurs situés en aval des onduleurs permettent l'élévation de tension de 800V à la tension de 15 kV du point de raccordement au réseau électrique. Coté basse tension, ils sont équipés des protections requises. Tous les transformateurs sont ensuite connectés au poste de livraison où se situent les protections.

Les types de transformateurs utilisés seront « liquid-filled » qui utilisent de l'huile pour se refroidir, ces transformateurs sont plus petits et plus performants.

L'huile utilisée ne contiendra pas de PCB.

La station de transformation sera préconstruite sur chaque site. Elle sera équipée d'un système de refroidissement naturel et forcé afin de minimiser les risques de surchauffe de l'équipement et d'incendies. Les dimensions seront adaptées pour minimiser l'emprise tout en assurant le fonctionnement optimal dans le cadre de sécurité.

La station sera équipée d'un système de protection électrique.

L'intensité sonore est de l'ordre de 55 dB.

Des bacs de rétention seront installés sous les transformateurs en cas de fuite.

Le projet comprend 4 postes de 4500 kVA chacun.

2.6.6 Système de stockage d'énergie par batteries

Il y aura 2 batteries pour une capacité totale de 1,5MW/1,5MWh. Les batteries permettront de stocker une partie de l'énergie produite par la centrale et de la restituer à un autre moment, pour aider à stabiliser le réseau et/ou répondre à la demande.

La technologie choisie est celle du « Lithium Iron Phosphate » présentée dans la Figure 10.

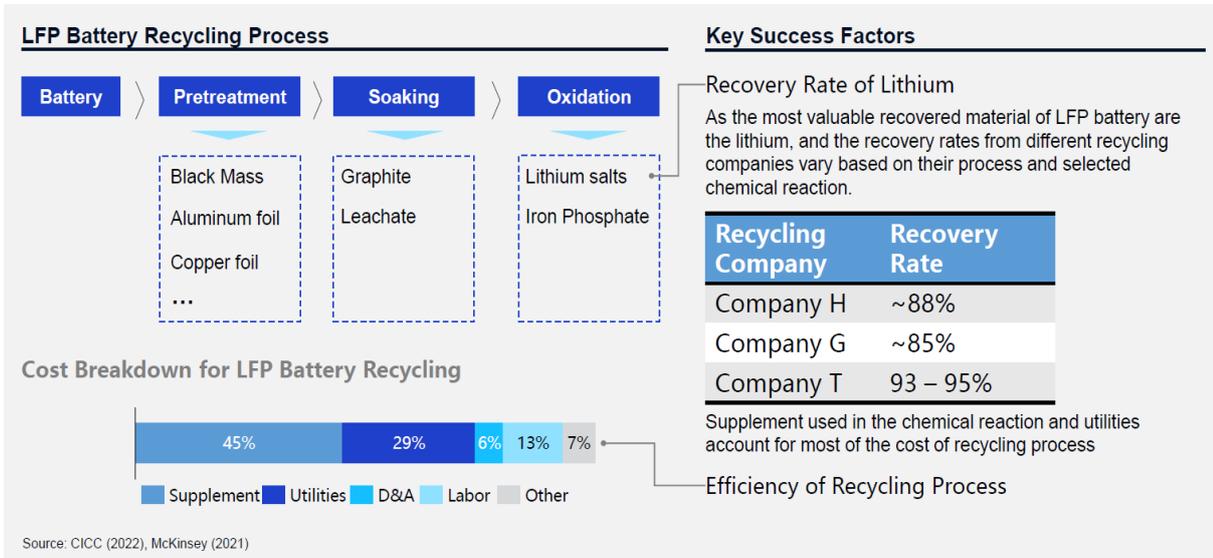
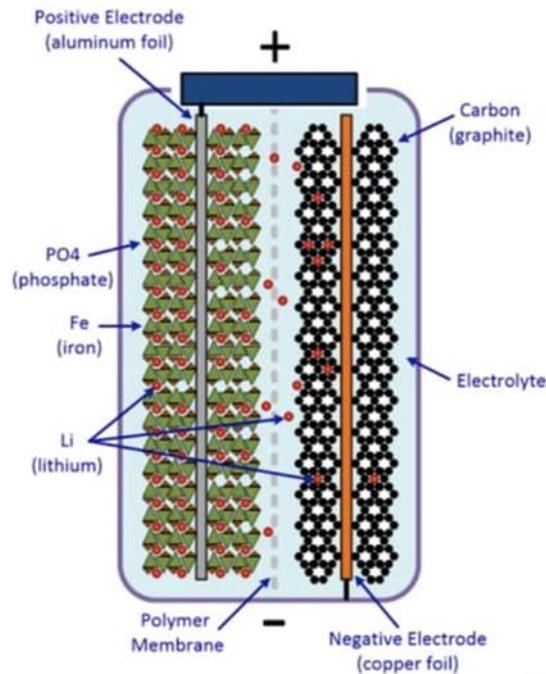


Figure 10 : Principe des batteries « Lithium Iron Phosphate »



Source: <https://www.batterie-solaire.com/>

Les batteries seront installées dans deux containers.

- Les containers seront de dimensions 30 pieds (9,144 m) x largeur 8 pieds (2,438 m) x hauteur 8,5 pieds (2,591 m).

- Les conteneurs contiennent les cellules (stocker l'énergie), un transformateur convertisseur, un cabinet PCS de contrôle.
- Les conteneurs sont équipés de la climatisation.
- Les containers sont équipés de systèmes anti-incendie automatiques + 2 extincteurs
- L'intensité sonore est de l'ordre de 80 dB (à 1m).

Le conteneur présente de bonnes caractéristiques en matière d'anticorrosion, d'ignifugation, d'étanchéité, d'anti-condensation, d'étanchéité à la poussière (contre le vent et le sable), de résistance aux chocs, d'anti-ultraviolets, d'antivol et d'autres fonctions :

- Le conteneur doit garantir un environnement de fonctionnement à pression légèrement positive ou disposer de mesures anticorrosion correspondantes pour éviter les défaillances dues à la corrosion. Le soumissionnaire doit garantir l'efficacité à long terme de la fonction anticorrosion du conteneur.
- La fonction de protection contre l'incendie garantit que la structure de la coque du conteneur, les matériaux d'isolation thermique, les matériaux de décoration intérieure et extérieure, etc. sont tous constitués de matériaux incombustibles de niveau A. Deux extincteurs portatifs au dioxyde de carbone de 5 kg sont placés à la porte (fonctionnement et entretien).
- La fonction d'étanchéité doit garantir qu'il n'y a pas d'accumulation d'eau, pas d'infiltration d'eau, pas de fuite d'eau au sommet de la boîte, pas de pluie pénétrant sur les côtés de la boîte et pas d'infiltration d'eau au fond de la boîte.
- La fonction anti-poussière (anti-sable) garantit que le conteneur peut empêcher efficacement la poussière de pénétrer dans le conteneur en cas de vent fort et de vent de sable. Garantir l'efficacité à long terme de la fonction anti-poussière (vent et sable) du conteneur.
- La fonction antichoc garantit que la résistance mécanique du conteneur et de ses équipements internes répond aux exigences du transport et des tremblements de terre, et qu'il n'y aura pas de défaillances telles que la déformation, le fonctionnement anormal et le non-fonctionnement après les vibrations.
- La fonction anti-ultraviolets garantit que les propriétés des matériaux à l'intérieur et à l'extérieur du conteneur ne seront pas détériorées par les rayons ultraviolets et n'absorberont pas la chaleur des rayons ultraviolets.

La durée de vie garantie du container est d'au moins 25 ans. La durée de vie de des batteries est d'environ 10 années.

2.6.7 Monitoring

Un système SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) est un système de télégestion à grande échelle qui permet de traiter en temps réel un grand nombre de relevés télémétriques et de contrôler à distance des installations techniques. Ce système permet d'optimiser l'exploitation de la centrale et de disposer d'un retour en temps réel des performances du système. Des centrales de mesure et des capteurs seront installés au niveau de tous les équipements, les données récoltées sont analysées afin de s'assurer du bon fonctionnement de cette centrale. L'objectif du système est de permettre :

- le contrôle / la commande des installations de production photovoltaïque ainsi que des servitudes du site (éclairage, distribution électrique, ...) ;
- l'assistance à la maintenance des installations (gestion des alarmes) ;
- le suivi de la production d'énergie électrique comprenant notamment : le suivi dynamique de production d'énergie électrique, les tableaux de bord de fonctionnement des installations photovoltaïques, les différents bilans de rendement par période d'échantillonnage ;
- le suivi des conditions environnementales (température, rayonnement, caractéristiques du vent) ;
- l'archivage des données ; et
- la télésurveillance du site.

2.6.8 Locaux Techniques

Les locaux techniques (transformateurs, poste de livraison) généralement utilisés pour les centrales au sol sont des bâtiments préfabriqués comprenant des équipements de forte puissance, limitant ainsi leur nombre sur le site. Tous les locaux techniques sont climatisés pour maintenir un niveau d'humidité et de température dans la plage de fonctionnement des appareils. Ils sont également recouverts d'une ombrière permettant de protéger du rayonnement solaire direct et laissant s'écouler une lame d'air entre le local préfabriqué et l'ombrière. Enfin, ils sont équipés de filtres anti poussière et anti intrusion, et surélevés pour prévenir toute inondation en cas de forte pluie.

Figure 11 : Exemple de locaux techniques



Source : EIE - BARES - 2018

Les transformateurs élévateurs de tension sont intégrés dans des petits bâtiments, répartis sur le site, comme présenté ci-dessus. Le poste de livraison comprend les cellules d'arrivée et de départ vers le réseau de distribution et le comptage, ainsi que toutes les protections et équipement de découplage. Il est de type préfabriqué, d'une surface d'environ 16 à 20 m². Il intègre également un centre de contrôle opérationnel, un bureau, des toilettes. Enfin, un poste de sécurité sera également présent à l'entrée du site de la centrale.

Par ailleurs, un chemin d'exploitation périphérique permettant un accès aux différentes rangées de panneaux est mis en place pour la maintenance du parc et des installations, pour chaque centrale. Chaque centrale sera également clôturée par un grillage soudé, et surveillée par vidéo surveillance.

2.6.9 Ligne électrique de raccordement

Le poste de raccordement de la SNE est situé à l'angle sud-est du cimetière de Lamadji. Le tracé de la ligne de raccordement au poste de la SNE d'une longueur de 4,5 km empruntera les routes existantes ou cadastrées.

La sous-station 15 kV situées à proximité des centrales sera constituée d'un arrivée depuis la centrale, d'une cellule départ 15kV vers le réseau et d'un couplage permettant d'évacuer sur l'un ou l'autre des départs. Des départs de réserve seront installés afin de permettre à la SNE d'alimenter localement des consommateurs.

Le raccordement se fera avec une seule ligne aérienne double terne constituée de câble de 240 mm² en cuivre.

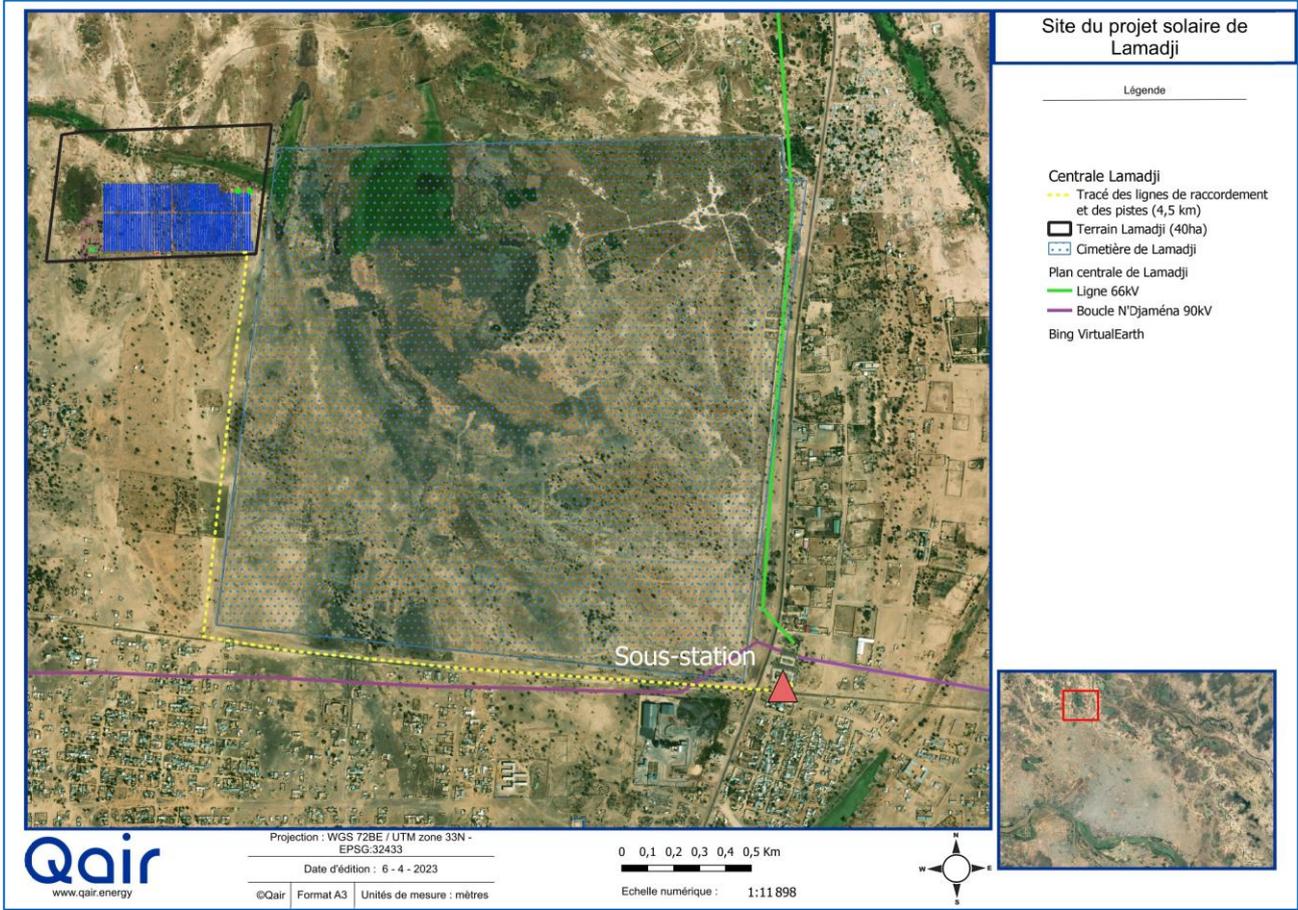
Il y aura deux cellules Départ 15kV connectés au jeu de barres 15kV existant des postes source de Lamadji, sans modification, ni extension du bâtiment. Les deux cellules seront connectées à la ligne aérienne 15kV de raccordement entre la centrale et le poste source.

La ligne électrique sera implantée au niveau de l'emprise de la route de 20 mètres pour la section située entre le poste de Lamadji et le coin sud-ouest du cimetière puis à gauche de l'emprise de la route de 20 mètres pour la section partant de la route de 20 mètres pour rejoindre le poste de livraison de la centrale (

Figure 12).

La Figure 13 représente le type de poteau qui sera mis en place.

Figure 12 : Lignes de raccordement et piste d'accès de la centrale de Lamadji au poste de la SNE



Source : QAIR, 2023

Figure 13 : Exemple de poteau électrique



Source : Qair (@G. Courcelle)

2.6.10 Piste d'accès

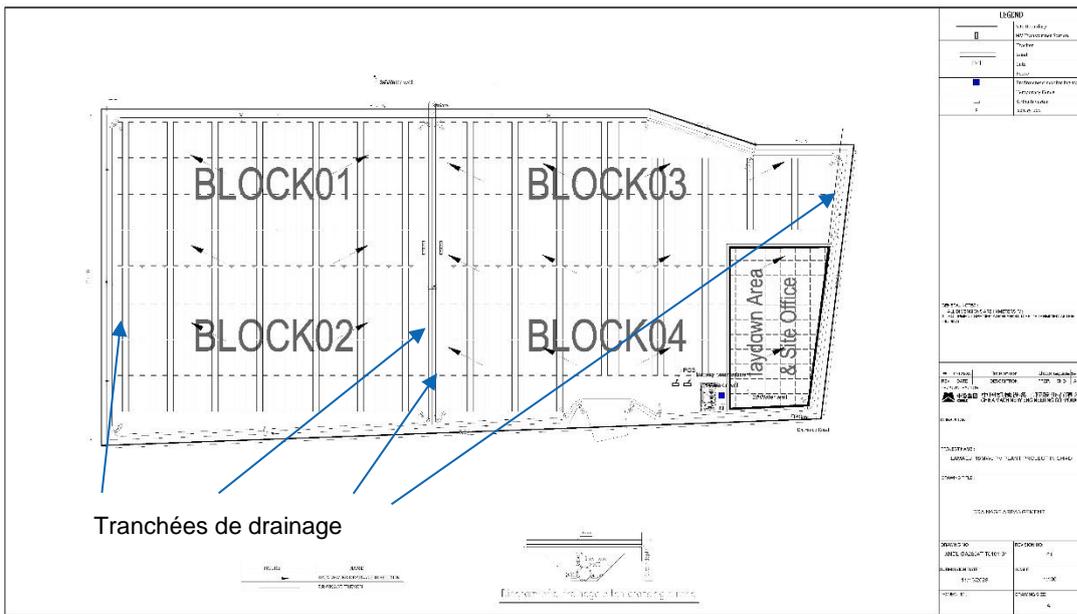
Le site est accessible depuis la route nationale reliant N'Djmanena à Massaguet au Nord, en empruntant une route non revêtue vers l'Est au niveau du poste électrique de Lamadji sur environ 2 km puis en empruntant le tracé cadastré d'une future route longeant le mur du cimetière de Lamadji en direction du Nord sur environ 1,4 km. (

Figure 12).

2.6.11 Réseau de drainage

Afin de gérer les écoulements des eaux pluviales et éviter les stagnations au sein du site, un réseau de drainage sera mis en place (Figure 14). Quatre tranchées de drainage sont orientées nord-sud et placées à l'ouest, à l'est et au centre. Elles sont parallèles à la route interne.

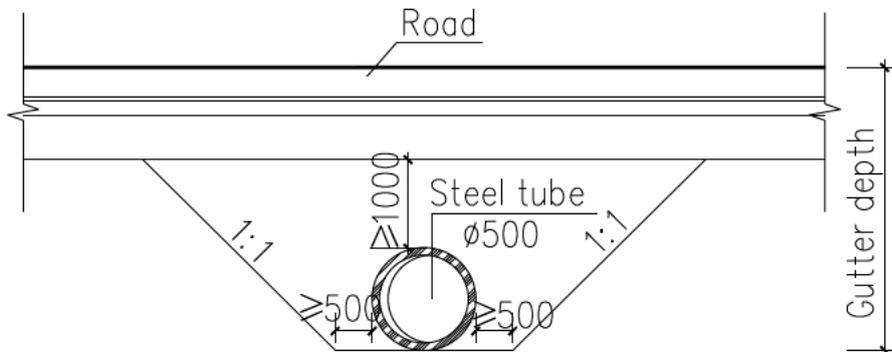
Figure 14 : Réseau de drainage de la centrale photovoltaïque et sens d'écoulement des eaux pluviales



Source : Qair – 2023

Des ouvrages pour la traversée de la route seront mis en place (Figure 15).

Figure 15 : Schéma d'un fossé de drainage traversant une route



Source : Qair – 2023

2.7 Activités en phase de construction

2.7.1 Centrale solaire

Le chantier de construction de la centrale photovoltaïque se déroulera en plusieurs étapes :

2.7.1.1 Préparation du terrain

La préparation du terrain inclut les activités suivantes :

- Coupe des arbres et de la végétation nécessaire, selon les dispositions réglementaires en vigueur ;
- Si nécessaire, terrassement et mise à niveau du terrain pour permettre le battage des pieux et l'installation des panneaux solaires, mais cela sera limité étant donné que les terrains sélectionnés sont plats ;
- Construction d'un mur surélevé (1,20m) par une clôture (80cm) et installation des portails ;
- Mise en place d'installation temporaire durant la construction.

2.7.1.2 Travaux de génie civil

Les travaux de génie civil incluent notamment :

- L'aménagement des pistes d'accès et des pistes internes. Dans la mesure du possible, les pistes sont réalisées en suivant le terrain naturel. En fonction de l'état du site, les pistes existantes sont utilisées et aménagées le cas échéant ;
- La mise en place des systèmes de drainage ;
- Les fondations nécessaires (pieux battus) pour les structures des modules photovoltaïques ;
- La construction du poste de livraison comprenant une zone de stockage des pièces détachées ;
- L'excavation des tranchées pour la pose des câbles souterrains sur le site clôturé de la centrale.

2.7.1.3 Activités de montage

Les activités de montage incluent notamment :

- La mise en place des structures métalliques (trackers) servant de support aux modules photovoltaïques ;
- La pose des panneaux photovoltaïques ;
- L'installation des onduleurs, poste de transformation et autres équipements électriques ;
- Le raccordement électrique entre les panneaux et jusqu'aux onduleurs.

Figure 16 : Assemblage des structures métalliques et de la mise en place du système d'ancrage des structures porteuses



Source : EIE – BARES - 2018

Figure 17: Installation du poste de livraison (entrée principale de la centrale) et des boîtes de jonction et raccordement jusqu'aux onduleurs



Source : EIE- BARES - 2018

Figure 18: Raccordement des panneaux en série et poste de livraison.



Source : EIE- BARES - 2018

2.7.1.4 Mise en place du système de stockage par batteries

Cette activité comprend la réalisation d'une plateforme à une hauteur évitant tout risque d'inondation.

Cette plateforme permettra d'accueillir les conteneurs abritant le système batteries sur une plateforme bétonnée.

2.7.1.5 Mise en production

Cette phase comprend :

- la réalisation des raccordements de moyenne tension ;
- La mise en service de la centrale, au travers notamment de la réalisation des essais de mise en service qui doivent être validés par un expert indépendant ;
- L'installation du SCADA.

Ces différentes étapes de construction nécessitent des moyens ordinaires, communs à tous les chantiers. Néanmoins, des moyens de levage mobiles pourront être employés pour les locaux onduleur/transformateur.

2.7.1.6 Réhabilitation de la zone de chantier

A l'issue de la phase de construction, toutes les infrastructures mises en place (bâtiments de chantier, réseau de drainage spécifique le cas échéant, plateforme de stockage de déchets, latrines, etc...) seront démantelées et le terrain sera réhabilité et retourné à son état naturel. Cette zone sera clôturée. Des plantations arbustives pourront être envisagées.

2.7.2 Ligne d'évacuation

La centrale de Lamadji sera reliée au poste électrique SNE le plus proche via une ligne de raccordement 15kV de 4,5 km.

Les principales étapes pour la construction de cette nouvelle ligne électrique sont les suivantes :

- En fonction de la stabilité topographique le long du tracé, peu ou pas des travaux de terrassement, de défrichage ou d'élagage sont nécessaires ;
- Précision du tracé, en fonction des contraintes potentielles et du moindre impact sur l'environnement ainsi que des choix techniques et technologiques des installations ;
- La réalisation des fondations pour les supports ; les fondations en béton sont construites en fonction de la nature du terrain et des charges des ouvrages ;
- Le levage des supports, approvisionné en plusieurs éléments ;
- La pose des accessoires et le déroulage du câble. Après la fixation des isolateurs, les câbles sont déroulés classiquement ou sous tension mécanique.

2.7.3 Route d'accès

Le site est accessible depuis la route nationale reliant N'Djmanena à Massaguet au Nord, en empruntant une route non revêtue vers l'Est au niveau du poste électrique de Lamadji sur environ 2 km puis en empruntant une piste longeant le mur du cimetière de Lamadji en direction du Nord sur environ 1,4 km.

Les travaux d'accès consisteront en l'aménagement de la route d'accès longeant le mur du cimetière.

2.7.4 Autres infrastructures

Les autres infrastructures du parc solaire seront principalement les bâtiments administratifs et les locaux techniques transformateurs, poste de livraison, etc.

Les locaux techniques comme le transformateur et le poste de livraison sont généralement utilisés pour les centrales au sol et ils seront des bâtiments préfabriqués, comprenant des équipements de forte puissance, limitant ainsi leur nombre sur le site.

Les transformateurs élévateurs de tension seront intégrés dans des petits bâtiments, répartis sur le site. Tous les locaux techniques représentent une conformité avec les standards Européens, en termes de climatisation pour maintenir un niveau d'humidité et de température dans la plage de fonctionnement des appareils. Ils sont également recouverts d'une ombrière permettant de protéger du rayonnement solaire direct et laissant s'écouler une lame d'air entre le local préfabriqué et l'ombrière. Enfin, ils sont équipés de filtres anti poussière et anti intrusion, et surélevés pour prévenir toute inondation en cas de forte pluie.

Le poste de livraison comprend les cellules d'arrivée et de départ vers le réseau de distribution et le comptage, ainsi que toutes les protections et équipement de découplage. Il est de type préfabriqué, d'une surface d'environ 16 à 20 m². Il intègre également un centre de contrôle opérationnel, un bureau, des toilettes. Enfin, un poste de sécurité sera également présent à l'entrée du site de la centrale.

Par ailleurs, un chemin d'exploitation périphérique permettant un accès aux différentes rangées de panneaux est mis en place pour la maintenance du parc et des installations, pour chaque centrale. Chaque centrale sera également clôturée par un grillage soudé, et surveillée par vidéo surveillance.

2.7.5 Consommation de ressources, effluents et déchets en phase de construction

2.7.5.1 Consommation et bilan d'eau

En phase des travaux, les besoins en eau sont associés principalement à la production du béton, au compactage du sol, au nettoyage des machines, à l'arrosage des pistes et des accès et à la consommation humaine.

Le débit des besoins est estimé à 5m³/h en phase de construction. Le volume moyen journalier /mensuel/ total sont en cours d'estimation par l'EPC.

L'eau sera mobilisée à partir des sources souterraines par la réalisation de deux forages au niveau du site.

L'alimentation en eau potable pour les besoins des employés se fera par achat de l'eau minérale.

2.7.5.2 Besoins en électricité

Durant la phase de construction, les besoins en électricité seront assurés à partir d'un groupe électrogène permettant d'alimenter l'ensemble des équipements de chantier et notamment les bâtiments de chantier. La pompe du forage d'eau pourra être alimentée en solaire.

2.7.5.3 Besoin en combustible

Les travaux nécessiteront l'utilisation des véhicules et engins de chantier. L'approvisionnement en gasoil pour ces derniers sera assuré par une citerne à gasoil implantée au chantier et alimentée périodiquement par un camion-citerne.

Les besoins seront définis par l'EPC. Le camion-citerne assurera l'approvisionnement à en fonction des besoins du site.

2.7.5.4 Gestion des eaux usées

Les principales sources de rejet des eaux usées associées aux activités de construction sont les suivantes :

- Eaux usées domestiques des bâtiments de chantier (Lavabo, douches, toilettes) ;
- Effluents des eaux usées de construction pour les plateformes en béton, etc. ;
- Installations de lavage des équipements et des véhicules ;
- Les eaux pluviales et les eaux de ruissellement du site.

Les eaux usées domestiques seront envoyées vers une fosse septique permettant de traiter les eaux conformément aux normes sanitaires en vigueur.

Les effluents liés à la construction seront collectés dans un bassin de décantation avant d'être envoyés vers le milieu naturel.

Des séparateurs d'hydrocarbures seront également implantés dans les réseaux de drainage associés aux installations de lavage, d'entretien et de remplissage en carburant des véhicules et des engins.

2.7.5.5 Gestion des déchets solides

► Déchets non dangereux

Les déchets non dangereux générés durant la construction sont les suivants :

- Déchets ménagers et assimilés
 - Déchets liés aux activités administratives (papier, cartons, etc.)
 - Conteneurs d'alimentation et des boissons et emballage.
 - Reste de nourritures.
- Déchets industriels non dangereux
 - Matériaux de déblai
 - Briques / Parpaings
 - Débris de bois
 - Débris de métaux
 - Câbles
 - Papier et emballage en carton
 - Matériaux d'emballage (papier, carton, métal, etc...)

Les déchets non dangereux seront physiquement séparés des déchets dangereux. Les déchets non dangereux seront triés par type (plastique, verre, métal et biodégradable) avec un objectif de recyclage.

► Déchets dangereux

Les déchets dangereux produits durant la phase de construction incluent, mais ne se limitent pas aux éléments suivants :

- Absorbants, matériaux de filtration (y compris les filtres à huile en cas de maintenance sur site), chiffon de nettoyage souillés/chiffons huileux et vêtement de protection contaminés par des substances dangereuses ;
- Huiles usagées
- Fuel et diesel ;
- Sol contaminés ;
- Déchets électriques et électroniques ;
- Modules photovoltaïques endommagés ;
- Déchets biomédicaux de l'infirmierie du site du projet.

Les déchets dangereux vont être placés dans des poubelles séparées pour (i) déchets généraux, (ii) déchets électriques et électroniques (dans le cas où ce n'est pas possible de séparer les éléments recyclables), (iii) déchets médicaux, (iv) liquides selon la compatibilité de chaque déchet. Les conteneurs des déchets dangereux seront en rouge avec l'étiquette « Déchet Dangereux » ainsi que le type du déchet dangereux (par exemple, général, électrique, biomédical, liquide, etc.).

Les panneaux photovoltaïques endommagés seront stockés dans des zones destinées au stockage sur le site du projet, prenant en considération les quantités qui peuvent être produites. S'il y a la possibilité, ils doivent être séparés des autres déchets dangereux et mis dans des conteneurs rouges. Les panneaux solaires défectueux seront retournés au fournisseur dans le cadre d'une clause d'achat.

Les conteneurs des déchets dangereux seront conservés sur des palettes ou bien sur d'autres zones tampons, sur des dalles en bétons pour prévenir les contaminations en cas des fuites.

2.7.5.6 Emissions atmosphériques

Les émissions atmosphériques en phase de construction concernent les émissions atmosphériques liées au fonctionnement des engins et véhicules sur le site ainsi que les émissions atmosphériques du/des groupes électrogènes.

Les polluants sont caractéristiques des moteurs à combustion et comprennent les matières particulaires, oxydes d'azote, composés organiques volatils, benzène, métaux et dioxyde de soufre.

Les travaux du sol de nivellement vont également provoquer des envols de poussières.

2.7.5.7 Origine et approvisionnement en matériaux et équipements

Les panneaux photovoltaïques, batteries et équipements électriques seront fabriqués en Chine et acheminés par voie aérienne puis par voie terrestre sur le site de la centrale.

Les matériaux de remblai, les parpaings, matériel de clôture, le sable etc... seront approvisionnés au niveau local.

2.8 Activités en phase d'exploitation

L'exploitation du projet durera vingt (20) ans et inclura les activités suivantes :

- L'exploitation et le suivi quotidien de la centrale. Les performances de la centrales seront mesurées en continu afin de pouvoir offrir une exploitation optimisée ;
- Le nettoyage des panneaux photovoltaïques lorsque c'est nécessaire ;
- Taille et coupure des arbustes et de la végétation sous et entre les panneaux le cas échéant afin de s'assurer que la végétation ne présente pas un risque de départ de feu et que la végétation ne diminue pas la performance de la centrale ;
- Fauchage de la végétation dans la zone de servitude (5 mètres au-delà de la clôture du site) et dans la zone libre laissée par les installations de chantier ;
- Maintenance de la clôture ;
- Entretien et maintenance préventive des composants électriques de la centrale.

Par ailleurs, des activités de maintenance plus spécifiques pourraient être planifiées selon un plan de maintenance précis.

Enfin, en cas de panne, des pièces de rechange seront conservées sur le site et une équipe pourra être dépêchée en urgence afin de pouvoir rapidement changer les pièces ou équipements défectueux.

2.8.1 Consommation des ressources, émissions, effluents et déchets en phase d'exploitation

2.8.1.1 Consommation et bilan d'eau

Les besoins en eau de la centrale en phase d'exploitation concernent :

- Le nettoyage des panneaux ;
- Les besoins en eau potable pour le personnel sur site.

L'hypothèse retenue pour le lavage des panneaux est une fréquence trimestrielle.

Les besoins par lavage sont estimés à 10m³/MW soit 150 m³ par lavage.. L'eau sera issue du forage qui sera réalisé sur le site. Le débit de pompage requis est de 10 m³/h.

2.8.1.2 Consommation en énergie

En phase d'exploitation, l'approvisionnement en électricité sera assuré par le réseau électrique Basse Tension pour assurer les besoins de la centrale en termes de climatisation, éclairage et le fonctionnement des trackers.

Un générateur de secours sera mis en place en cas de rupture de l'alimentation électrique.

2.8.1.3 Effluents liquides

Les principales sources de rejet des eaux usées associées à l'exploitation sont les suivantes :

- Eaux usées domestiques des bâtiments administratifs et de gardiennage (Lavabo, douches, toilettes) ;
- Les eaux pluviales et les eaux de ruissellement du site.

Les eaux usées domestiques seront envoyées vers une fosse septique permettant de traiter les eaux conformément aux normes sanitaires en vigueur.

Les eaux pluviales ruisselleront au niveau des panneaux et du site. En l'absence de sources de contamination, elles rejoignent le milieu naturel sans nécessité de traitement.

2.8.1.4 Émissions atmosphériques

Le parc solaire photovoltaïque de par son fonctionnement n'est à l'origine d'aucune émission de poussières, gazeuse ou de dégagement d'odeur, hormis les poussières éventuelles, générées par la circulation des véhicules lors des opérations de maintenance (fréquence faible).

2.8.1.5 Déchets solides

► Déchets non dangereux

Les déchets solides non dangereux produits en phase d'exploitation sont générés par la présence des employés sur site pour les activités de maintenance et de gardiennage. Ces déchets comprennent :

- Déchets ménagers et assimilés
 - Equipements administratifs (papier/carton, etc.).
 - Conteneurs et emballage d'alimentation et de boissons.
- Déchets industriels non dangereux
 - Emballage mixte
 - Papier et carton
 - Plastique
 - PVC

Ces déchets seront produits en quantité très réduite.

► Déchets dangereux

Les activités de maintenance sont source de production de déchets dangereux. Pendant l'exploitation, les composants du projet font l'objet d'une maintenance régulière et certains composants peuvent être remis en état ou remplacés comme suit :

- Remplacement des onduleurs tous les 10 à 15 ans ;
- Remplacement des batteries tous les 10 – 12 ans.

Les déchets dangereux qui seront produits pendant la phase d'exploitation sont les suivants :

- Emballages contenant des résidus de substances dangereuses (lubrifiant) ;
- Modules photovoltaïques endommagés ;
- Déchets électroniques (onduleur) ;
- Batteries usagées.

À l'exception des années où les onduleurs et les batteries sont remplacés, la quantité de déchets annuels sera très faible.

Ces déchets seront gérés de la même manière qu'en phase de construction. Les onduleurs, batteries et modules photovoltaïques seront récupérés par le fournisseur dans le cadre du contrat d'achat.

2.9 Activités en phase de démantèlement

La centrale solaire de Lamadji sera exploitée pendant 20 années puis sera transférée à l'état tchadien.

À ce jour, pour un site de production d'électricité à partir d'énergie solaire, la durée de vie (due au vieillissement des cellules photovoltaïques) estimée des installations est d'environ 25 ans (la production est encore de 90 % de la production initiale après 10 ans et de 80 % après 25 ans). Lorsque la diminution de la production des cellules photovoltaïques est trop importante, deux options s'offrent au développeur : le renouvellement des installations (remplacement des panneaux et cellules photovoltaïques) ou la cessation de l'activité.

A ce stade, on ne peut anticiper sur le devenir de la centrale solaire. En cas de démantèlement, celui-ci sera à la charge de l'exploitant à l'issue des 20 années d'exploitation par QIT.

En cas de démantèlement, les principales opérations classiquement associées à une installation photovoltaïque au sol sont les suivantes :

- Démontage des tables et panneaux ;
- Déterrement et concassage des fondations puis remblaiement des tranchées ;
- Déterrement des câbles d'alimentation et de raccordement électrique puis fermeture des tranchées ;
- Déconstruction des locaux techniques ;
- Démontage des clôtures ;
- Évacuation des postes de transformation vers d'autres sites éventuellement en construction ;
- Démantèlement du système de stockage d'énergie ;
- Tri spécifique des déchets de chantier et recyclage des panneaux et batteries ;
- Effacement du chantier, réaménagement du site et des chemins d'accès.

Un plan de démantèlement du projet devra être élaboré avant la fin de l'exploitation.

2.10 Emplois

Pendant la phase de construction d'une durée de 12 mois, le pic du nombre d'emplois est estimé à une centaine de personnes (cf. tableau 1 qui suit). Les personnes employées seront principalement destinées à assurer les postes de :

- Responsable de site ;
- Responsable HSES ;
- Responsable de la qualité ;
- Responsable de la planification ;
- Contrôleur de documents ;
- Magasinier ;
- Ingénieur électromécanicien ;
- Ingénieur civil ;
- Contrôleur des coûts ;
- Mécanicien ;
- Électriciens ;
- Conducteurs d'engins de chantier ;
- Ouvriers.

Tableau 1 : Emplois durant la phase de construction

Postes	12 mois											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Personnel pour le génie civil	6	0	0	0	12	20	20	20	0	0	0	2
Installateur des supports	0	0	0	0	0	0	16	24	24	0	0	2
Installateur des Panneaux	0	0	0	0	0	0	0	32	32	32	0	2
Electriciens	0	0	0	0	0	0	0	0	13	13	15	6
Mécaniciens	2	1	0	0	6	6	8	10	8	6	4	1
Personnel de contrôle	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	8	4
Employés	4	4	0	0	30	40	50	14	20	40	22	10
Total	12	9	0	0	48	66	94	100	97	101	49	27

Source : Qair, 2024

Les postes de management (entre 5 et 10 personnes) seront assurés par du personnel chinois, le reste par du personnel local.

En phase d'exploitation, la centrale photovoltaïque emploiera environ une dizaine de personnes pour les tâches de maintenance, entretien et gardiennage.

2.11 Planning de réalisation

La durée prévue des travaux de construction de la centrale photovoltaïque de Lamadji est de 12 mois.

La durée prévue des travaux de mise en place de la ligne électrique de raccordement est de 4 mois.

La centrale sera exploitée sur une durée de 20 années, les deux premières années par la société de « Engineering, Procurement and Construction » (EPC) et par QIT pour les 18 années suivantes.

3. Alternatives

3.1 Alternative « sans projet »

L'absence de réalisation du projet ne permettrait pas de contribuer à augmenter la capacité de production d'énergie du Tchad en général et d'énergie renouvelable en particulier en conformité avec la politique énergétique du pays.

Sans la réalisation de ce projet, le Tchad ne réduira pas sa dépendance aux hydrocarbures qui a un impact très négatif sur le budget du pays suite à la hausse des prix du pétrole et qui entraîne des opérations de délestage par réduction de la production thermique.

Sans la réalisation de ce projet, le Tchad sera privé de la production de 15 MW nécessaire pour améliorer la capacité de production et la disponibilité de l'énergie et améliorer le taux d'accès à l'électricité.

3.2 Localisation du site

3.2.1 Critères techniques

Avec un GHI (Global Horizontal Irradiation) d'environ 2150 kWh/m²/an, le secteur jouit d'un important gisement solaire. Le choix du site de la centrale solaire proche de N'Djaména était essentiellement lié à la proximité du seul réseau électrique interconnecté d'ampleur du Tchad qui pourra être en mesure d'absorber l'électricité produite par une centrale solaire de grande taille.

Dans ce sens, il était ensuite nécessaire de localiser des sites potentiels relativement proches des postes de transmission existants sur lesquels la centrale pourra se raccorder. Cette approche permet en effet à ce que l'électricité produite par la centrale soit absorbée par les antennes de distribution qui sont connectées au poste puis que l'excédent d'énergie puisse être envoyé sur le réseau de transmission.

Il existe 4 postes de transmission sur la boucle interconnectée de N'Djaména : N'Djaména, Garangouso, Lamadji et Gassi. Les deux derniers postes étant situés en périphérie de la ville de N'Djaména, il a été possible d'identifier des terrains vacants compatibles avec la construction d'une centrale solaire photovoltaïque.

Quatre sites ont été identifiés aux alentours du poste de Lamadji, seul le site retenu (en jaune sur la carte ci-dessous) satisfait complètement les besoins du projet, car il répond aux critères suivants :

- La topographie du site (plane sur toute sa surface) permet l'optimisation du rendement de la future centrale ;
- Le site se trouve à l'écart des principales zones habitées ;
- Peu d'habitations sont présentes sur le site et l'agriculture y est très limitée ;
- Le site est localisé en dehors de toute zone naturelle protégée, et aucune co-visibilité importante n'est à prévoir ;
- Le site comporte peu d'arbres de taille importante qui devront être coupés.

3.2.2 Alternatives de site

Afin de procéder à la sélection du site le plus adéquat pour réaliser la centrale solaire photovoltaïque de Lamadji, les options de terrains pour une surface minimale de 40 Ha dans un rayon de 5km autour du poste source de Lamadji (ce qui permettra d'avoir une ligne de raccordement de moins de 10km) ont été considérées. Au sein de cette zone de 5km de rayon autour du poste, plusieurs zones à éviter ont été mises en évidence :

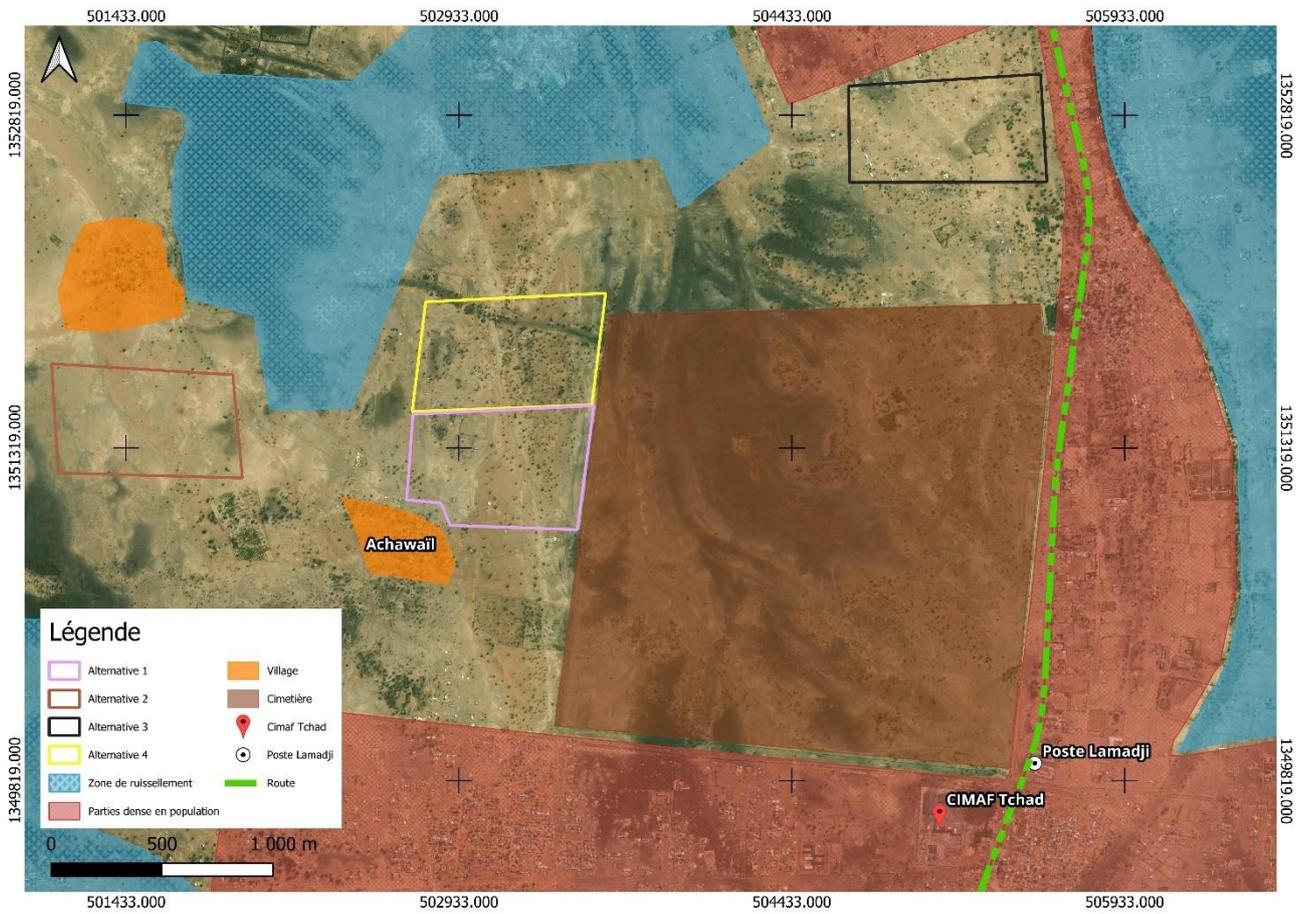
- Les zones d'habitations denses ;
- Une zone de plantations correspondant à la ceinture verte de N'Djamena ;
- Les villages ;
- Les zones de ruissellement telles que décrites plus en détails en partie 4.5 et 4.7 ;
- Le cimetière musulman de Lamadji d'une superficie totale de 400Ha.

Compte tenu de ces critères 4 alternatives de site ont été identifiées et présentées dans la carte ci-dessous.

Critère	Alternative 1	Alternative 2	Alternative 3	Alternative 4
Disponibilité foncière	Disponible	Disponible	Disponible	Disponible
Proximité du poste de Lamadji	4 km	5 Km	3 km	Entre 4 et 5 km
Présence d'habitations	Absence	Peu d'habitations	Nombreuses constructions et voies cadastrées	Peu d'habitations et de construction
Présence de cultures et de plantations	Zone de plantations au sud	Peu d'arbres	Peu de plantations et cultures	Peu de plantations et cultures
Proximité des habitations	Achawaïl à moins 100 mètres à l'ouest	Habitations éloignées	zone péri-urbaine en expansion.	Habitations éloignées de plus de 300 mètres
Ordre de classification	3	2	4	1

Ces 4 sites présentent dans l'ensemble peu de contraintes. Le choix du site de l'alternative 4 a été retenu car à la fois le plus éloigné des habitations et le plus proche du poste de Lamadji.

Figure 19 : Emplacement des alternatives de choix du site et du site retenu



Source : EIE – BARES 2018

4. Cadre juridique, réglementaire et institutionnel

4.1 Cadre juridique et réglementaire

► Conventions et règlements internationaux

Le Tchad a signé et/ou ratifié un certain nombre de conventions, accords et règlements internationaux relatifs à la gestion et à la protection de l'environnement. La signature d'un texte international correspond à une approbation préliminaire contrairement à la ratification ou adhésion qui implique que le pays accepte d'être juridiquement lié par les dispositions du présent texte.

Tableau 2 : Les conventions internationales.

Texte	Contenu	Date	Applicable au projet
Conservation de la Biodiversité et des écosystèmes			
La convention Africaine	La conservation de la faune et de la flore à l'état naturel	8 Novembre 1933	Convention importante pour garantir la protection des espèces locales et des habitats naturels dans le cadre de la construction et de l'exploitation de la centrale solaire. Il faudra s'assurer que le projet n'affecte pas les espèces et habitats protégés si présents sur le site du projet.
Convention Africaine d'Alger	Conservation de la nature et des ressources naturelles	15 Septembre 1968	La convention concerne la gestion durable des ressources naturelles. Le projet devra intégrer des pratiques qui préservent les ressources naturelles et minimisent l'impact environnemental
RAMSAR	Convention relative aux zones humides d'importance internationale particulièrement comme habitat des oiseaux d'eau	2 Février 1971	Applicable en cas de proximité des zones humides (Sites RAMSAR), il est essentiel de prendre des mesures pour protéger ces zones conformément aux exigences de la convention.
Convention de Washington	Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction	3 Mars 1973	Applicable pour s'assurer que les espèces menacées ne sont pas affectées par les activités du projet.
Convention de Rio	Convention sur la protection de la diversité biologique	5 Juin 1992	Applicable pour préserver la biodiversité. Le projet doit respecter les mesures pour protéger la biodiversité locale et gérer les impacts sur les écosystèmes.

Texte	Contenu	Date	Applicable au projet
Convention des Nations Unies	Convention sur la lutte contre la désertification	17 Juillet 1994	Applicable étant donné que le Tchad est une région sujette à la désertification, le projet doit intégrer des pratiques pour lutter contre la désertification et prévenir l'érosion du sol.
L'accord de coopération et de concertation	Accord de coopération et de concertation entre les Etats de l'Afrique Centrale sur la conservation de la faune sauvage.	Signé le 16 Avril 1983	Accord important pour éviter les répercussions sur la faune sauvage dans la région.
Convention du 17 Août 1989	Convention sur la protection des végétaux	17 Août 1989	Applicable pour éviter la propagation de maladies et de parasites végétaux qui pourraient être introduits par le projet.
Convention de Bonn	Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage	1979	Applicable pour éviter l'impact sur les routes migratoires des espèces en cas de présence de routes migratoires.
COMIFAC	Traité relatif à la conservation et la gestion durable des écosystèmes forestiers d'Afrique centrale et instituant la commission des forêts d'Afrique Centrale	5 Février 2005	Applicable pour éviter les impacts du projet en cas de proximité d'une zone forestière.
Convention internationale de Rome	Convention sur la protection des végétaux	Ratifiée le 15/03/2004	Applicable au projet pour éviter l'introduction de maladies et parasites des végétaux à travers les matériaux et les équipements utilisés dans le projet.
Gestion des pesticides			
Convention de Rotterdam	Convention sur l'application de la procédure de consentement préalable en connaissance de cause applicable à certains produits chimiques et pesticides qui font l'objet d'un commerce international		Applicable au projet dans le cadre d'utilisation potentielle des pesticides lors du nettoyage annuel du site.

Texte	Contenu	Date	Applicable au projet
Règlement	Règlement commun sur l'homologation des pesticides en Afrique centrale	08/09/2005	Applicable en cas d'utilisation des pesticides lors du nettoyage annuel du site.
Gestion des déchets			
Convention de Bâle	Convention sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leurs élimination	Adhéré au 10/03/2004	Applicable pour gérer les déchets dangereux produits par le projet, en particulier gestion des panneaux endommagés et des batteries de stockage usagées.
Convention de Stockholm	Convention sur les polluants organiques persistants (POP)	Signée le 22/04/2001	Applicable au projet pour éviter l'utilisation et la libération des polluants organiques persistants pendant les phases de construction et de l'exploitation, en particulier dans l'usage de gaz réfrigérants des systèmes de climatisation.
Changement climatique			
Convention-cadre de Vienne	Convention pour la protection de la couche d'ozone	22/03/1985	Applicable au projet pour s'assurer que les matériaux et équipements utilisés dans le projet n'émettent pas de substances qui appauvrissent la couche d'ozone.
Convention-cadre des Nations Unies	Convention sur les changements climatiques CCNUCC	Adoptée en 1992	Applicable au projet, comme il vise à réduire les émissions de GES conformément aux engagements nationaux du Tchad dans le cadre de la CCNUCC.
Accord de Paris	Accord sur le climat (COP21)	Entre 30/11 et 11/12/2015	Applicable au projet, comme il contribue à la réduction des émissions des GES et à adopter des pratiques qui limitent le réchauffement climatique, en ligne avec les objectifs de l'accord de Paris.
Le protocole de Montréal	Protocole relatif à des substance qui appauvrissent la couche d'ozone.	07/06/1994	Applicable au projet pour garantir que les équipements utilisés n'émettent pas de substances contrôlées par le protocole de Montréal.
Protocole de Kyoto	Protocole visant à la réduction des émissions de GES	11/12/1997	Applicable au projet pour minimiser ses émissions de GES pour se

Texte	Contenu	Date	Applicable au projet
			conformer aux engagements pris dans le cadre du protocole de Kyoto.
Protection des droits de l'Homme			
Charte Africaine	Charte des droits de l'Homme et des peuples	Adoptée en 1981	Applicable au projet pour respecter et promouvoir les droits de l'Homme, en particulier ceux des populations locales, en assurant que leurs droits sont protégés tout au long de la mise en œuvre du projet.
Convention	Convention sur l'élimination de toutes les formes de discrimination à l'égard des femmes	Ratifiée le 9/06/1995	Applicable au projet pour exiger qu'il traite toutes les personnes sans discrimination, en particulier en ce qui concerne les femmes, et promeuve l'égalité des sexes.
Convention	Convention relative aux droits des personnes handicapées	Ratifiée le 20/06/2019	Applicable au projet pour inclure les mesures qui garantissent l'accessibilité et la non-discrimination à l'égard des personnes handicapées.
Pacte international	Pacte relatif aux droits économiques, sociaux et culturels	Ratifié 09/06/1995	Applicable au projet pour s'assurer que le projet respecte les droits économiques, sociaux et culturels des travailleurs et des communautés affectées par le projet.
Convention	Convention relative aux droits de l'enfant	02/10/1990	Applicable au projet pour protéger les droits des enfants, notamment en évitant le travail des enfants et en garantissant leur sécurité et bien-être.
Droit au travail			
Convention N°105	Convention sur l'abolition du travail forcé	Signée 08/06/1961	Applicable au projet pour s'assurer qu'aucune forme de travail forcé n'est utilisée durant la construction ou l'exploitation.
Convention N°111	Convention concernant la discrimination (emploi et la profession)	Signée 29/03/1966	Applicable au projet pour que le projet élimine toute forme de discrimination dans l'emploi et assurer des conditions de travail équitables.
Convention N°138	Convention sur l'âge minimum d'admission à l'emploi	Signé 21/03/2005	Applicable au projet qui doit respecter l'âge minimum d'admission à l'emploi et ne pas

Texte	Contenu	Date	Applicable au projet
			employer de mineurs en dessous de cet âge.
Convention N°182	Convention sur les pires formes de travail des enfants	Signée 06/11/2000	Applicable au projet pour éviter les pires formes de travail des enfants, en ligne avec les normes internationales.

► Normes de Performance de la SFI

Le tableau ci-dessous présente les objectifs des normes de performance environnementale et sociale de la SFI d'Avril 2007.

Tableau 3 : Revue des normes de performance environnementale et sociale de la SFI.

Norme de Performance	Objectifs	Applicabilité au projet
Norme de performance 1 Évaluation et gestion des risques et des impacts environnementaux et sociaux	<ul style="list-style-type: none"> • Identifier et évaluer les risques et les impacts environnementaux et sociaux du projet. • Adopter une hiérarchie des mesures d'atténuation de manière à anticiper et éviter les impacts, ou lorsque ce n'est pas possible, atténuer le plus possible, et lorsque des impacts résiduels perdurent, à compenser les risques et les impacts auxquels sont confrontés les travailleurs, les Communautés affectées et l'environnement. • Promouvoir une meilleure performance environnementale et sociale des clients grâce à une utilisation efficace des systèmes de gestion. • Veiller à ce que les griefs des Communautés affectées et les communications externes émanant des autres parties prenantes trouvent une réponse et soient gérées de manière appropriée. • Promouvoir et fournir les moyens nécessaires pour un dialogue concret avec les Communautés affectées pendant tout le cycle du projet pour couvrir les questions qui pourraient toucher lesdites communautés, et veiller à ce que les informations environnementales et sociales pertinentes soient divulguées et diffusées 	Applicable au projet, comme elle exige une évaluation complète des risques et impacts environnementaux et sociaux potentiels.
NP2 : Main d'œuvre et conditions de travail	Cette norme vise à établir, entretenir et améliorer les relations de travail entre les travailleurs et la direction. Il exige l'égalité des chances et un traitement équitable des travailleurs et interdit le travail des enfants et/ou forcé. Il exige que les conditions du lieu de travail offrent des conditions de travail saines et sûres favorisant la santé et le bien être des employés. L'évaluation environnementale et sociale doit tenir compte de la protection des travailleurs et promeut la prise	Applicable au projet comme le projet doit se conformer à cette norme en garantissant des conditions de travail sûres et saines pour tous les travailleurs.

Norme de Performance	Objectifs	Applicabilité au projet
	des mesures visant à protéger la santé et la sécurité des travailleurs et des communautés locales.	
NP3 : Utilisation rationnelle des ressources et prévention pollution	Cette norme a pour objectifs : <ul style="list-style-type: none"> • Éviter, réduire au minimum ou réduire la pollution liée au projet ; • Promouvoir l'utilisation durable des ressources, y compris l'énergie et l'eau ; • Réduire les émissions de gaz à effet de serre liées aux projets. 	Applicable au projet car elle concerne la gestion des ressources naturelles, la réduction des déchets, et la prévention de la pollution.
NP4 : Santé, sécurité et sûreté des communautés	<p>Les activités, les équipements et les infrastructures associés à un projet peuvent accroître les risques et les impacts auxquels sont exposées les communautés. Les activités du projet peuvent aussi avoir un effet sur les changements climatiques pouvant impacter les communautés.</p> <p>Le projet doit prendre en charge les mesures pour prévenir ou minimiser les risques ou les effets sur la santé, la sécurité et la sûreté des communautés qui peuvent résulter de ses activités.</p> <p>Les exigences sont relatives à la santé et sécurité des communautés en particulier : conception et sécurité des infrastructures et des équipements, gestion des matières dangereuses et sécurité, services des écosystèmes, exposition des communautés aux maladies et préparation et réponse aux situations d'urgence.</p> <p>Elles concernent également les exigences relatives au personnel de sécurité mis en place pour le projet.</p>	Applicable au projet pour assurer que le projet ne présente pas de risques pour la santé, la sécurité, ou la sûreté des communautés locales.
NP5 : Acquisition des terres et réinstallation involontaire	Les objectifs de la norme sont : <ul style="list-style-type: none"> • Éviter, et chaque fois que cela n'est pas possible, limiter la réinstallation involontaire en envisageant des conceptions alternatives aux projets. • Éviter l'expulsion forcée. • Anticiper et éviter, ou lorsqu'il n'est pas possible d'éviter, limiter les impacts sociaux et économiques négatifs résultant de l'acquisition de terres ou de restrictions de leur utilisation en : (i) fournissant une indemnisation pour la perte d'actifs au prix de remplacement et en (ii) veillant à ce que les activités de réinstallation soient accompagnées d'une communication appropriée des informations, d'une consultation et de la participation éclairées des personnes affectées. • Améliorer ou tout au moins rétablir les moyens d'existence et les conditions de vie des personnes déplacées. 	Applicable au projet qui nécessite l'acquisition des terres qui pourrait entraîner des déplacements.

Norme de Performance	Objectifs	Applicabilité au projet
	<ul style="list-style-type: none"> Améliorer les conditions de vie des personnes physiquement déplacées par la fourniture de logements adéquats avec sécurité d'occupation dans les sites de réinstallation. 	
NP6 : Conservation de la biodiversité et gestion durable des ressources naturelles vivantes	<p>Cette norme de performance 6 reconnaît que la protection et la conservation de la biodiversité, le maintien des services écosystémiques et la gestion durable des ressources naturelles vivantes sont fondamentaux pour le développement durable. Les exigences énoncées dans cette norme de performance sont guidées par la Convention sur la diversité biologique.</p> <p>Cette norme vise à</p> <ul style="list-style-type: none"> Protéger et conserver la biodiversité ; Maintenir les bénéfices des services écosystémiques ; et Promouvoir la gestion durable des ressources naturelles vivantes en adoptant des pratiques qui intègrent les besoins de conservation et les priorités de développement. 	Applicable au projet étant donné l'importance de préserver la biodiversité et les écosystèmes locaux dans le cadre du projet.
NP7 Populations autochtones	<p>Les objectifs sont les suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> Veiller à ce que le processus de développement favorise le plein respect des droits de l'homme, de la dignité, des aspirations, de la culture et des moyens de subsistance basés sur les ressources naturelles des peuples autochtones. Anticiper et éviter les impacts négatifs des projets sur les communautés des peuples autochtones ou, lorsque l'évitement n'est pas possible, minimiser et/ou compenser ces impacts. Promouvoir les avantages et les opportunités du développement durable pour les peuples autochtones d'une manière culturellement appropriée. Établir et maintenir une relation continue basée sur une consultation et une participation éclairée avec les peuples autochtones concernés par un projet tout au long du cycle de vie du projet. Garantir le consentement libre, préalable et éclairé (CLPI) des communautés de peuples autochtones affectées lorsque les circonstances décrites dans le critère de performance sont réunies. Respecter et préserver la culture, les connaissances et les pratiques des peuples autochtones. 	Applicable au projet en cas de présence des peuples autochtones
NP8 : Patrimoine culturel	<p>Le patrimoine culturel se définit comme étant les biens tangibles et les sites présentant une valeur archéologique (préhistorique), paléontologique, historique, culturelle, artistique et religieuse et les caractéristiques</p>	Applicable au projet si le projet est susceptible d'affecter des sites ou des objets ayant une

Norme Performance de	Objectifs	Applicabilité au projet
	environnementales naturelles uniques qui incorporent des valeurs culturelles. Les objectifs sont les suivants : <ul style="list-style-type: none"> • Protection et préservation du patrimoine culturel • Promotion du partage équitable des avantages du patrimoine culturel. 	valeur culturelle ou patrimoniale.

► Directives EHS

Les directives concernant l'environnement, la santé et la sécurité (EHS) sont des documents de référence techniques qui répondent aux attentes de la SFI en ce qui concerne les performances des projets en matière de gestion de la pollution industrielle. Ces informations présentent les actions visant à éviter, minimiser et contrôler les impacts EHS pendant la phase de construction, d'exploitation et de démantèlement d'un projet ou d'une installation. Dans le contexte du projet proposé, les directives EHS les plus pertinentes à prendre en compte sont les suivantes :

- Directives environnementales, sanitaires et sécuritaires générales de SFI – Avril 2007
- Directives environnementales, sanitaires et sécuritaires pour le transport et la distribution de l'électricité de SFI – Avril 2007.

► Sauvegardes opérationnelles de la BAD

La BAD a mis en place un système de sauvegarde environnementale (avril 2023) pour gérer les risques environnementaux et sociaux. Ce système de sauvegarde intégré sert à identifier les risques, à réduire les coûts de développement et à améliorer la durabilité des projets. Il encourage l'application des meilleures pratiques tout en favorisant la transparence et la responsabilité.

1. **SO E&S 1. Evaluation et gestion des risques et des impacts environnementaux et sociaux**

L'objectif de cette sauvegarde opérationnelle globale, ainsi que des sauvegardes opérationnelles qui la complètent, est d'intégrer les considérations environnementales et sociales, y compris celles liées à la vulnérabilité au changement climatique, dans les opérations de la Banque et de contribuer ainsi au développement durable sur le continent.

Les travaux d'évaluation environnementale et sociale menés dans le cadre de la présente OS permettent de déterminer la portée et le degré de prise en compte des autres sauvegardes opérationnelles. Il définit les responsabilités de l'emprunteur en matière d'évaluation, de gestion et de suivi des risques et des impacts environnementaux et sociaux associés à chaque étape d'une opération soutenue par le Groupe de la Banque.

Les objectifs de l'OS1 sont les suivants :

- Identifier et évaluer les risques et les impacts environnementaux et sociaux - y compris ceux liés aux inégalités entre les hommes et les femmes, au changement climatique et à la vulnérabilité - des opérations de prêt, d'investissement et d'aide non remboursable de la Banque, dans leurs domaines d'influence, d'une manière cohérente avec les SO.
- Offrir la possibilité d'engager et de consulter les parties prenantes dans le processus d'évaluation et de gestion des risques et des impacts environnementaux et sociaux.
- Adopter une approche hiérarchique de l'atténuation pour :
 - Anticiper et éviter les risques et les impacts.
 - Lorsque l'évitement n'est pas possible, minimiser ou réduire les risques et les impacts à des niveaux acceptables.
 - Une fois que les risques et les impacts ont été minimisés ou réduits, il faut les atténuer ; et

- Lorsque des impacts résiduels significatifs subsistent, les compenser ou les contrebalancer, lorsque cela est techniquement et financièrement possible.

Il est crucial de mener une évaluation approfondie des impacts environnementaux et sociaux pour le projet, étant donné les possibles répercussions sur l'environnement local et les communautés avoisinantes. Cela inclut l'identification des risques, la mise en place de mesures d'atténuation et la gestion continue des impacts tout au long du cycle de vie du projet.

2. SO E&S 2. Main-d'œuvre et conditions de travail

SO2 reconnaît l'importance de la création d'emplois et de revenus dans la poursuite de la réduction de la pauvreté et de la croissance économique inclusive. Les emprunteurs peuvent promouvoir des relations saines entre les travailleurs et la direction et renforcer les avantages d'un projet pour le développement en traitant les travailleurs du projet de manière équitable et en leur offrant des conditions de travail sûres et saines. Le respect des droits des travailleurs est l'une des clés de voûte du développement d'une main-d'œuvre forte et productive.

Le projet nécessite la mobilisation de travailleurs locaux et internationaux. Il est essentiel de s'assurer que les conditions de travail respectent les normes internationales, y compris la santé et la sécurité, les droits des travailleurs, et le traitement équitable des employés.

3. SO E&S 3. Efficacité des ressources et prévention et gestion de la pollution

Cette SO définit les exigences en matière d'efficacité des ressources et de prévention et de gestion de la pollution tout au long du cycle de vie du projet.

Tout au long des différentes phases du cycle de vie du projet - planification et conception, construction, mise en service, exploitation et démantèlement - l'Emprunteur est tenu d'évaluer les techniques d'utilisation efficace des ressources et de prévention de la pollution et de les mettre en œuvre, en tenant compte de leur faisabilité technique et financière et de leur rapport coût-efficacité. En outre, l'emprunteur évalue les impacts potentiels des rejets de polluants et des concentrations ambiantes qui en résultent pour l'environnement, en tenant compte des récepteurs potentiels, et il évalue les risques et les impacts.

L'efficacité des ressources est au cœur de ses opérations. Il faut veiller à minimiser l'impact environnemental, notamment en ce qui concerne la gestion des déchets et la prévention de la pollution pendant la construction et l'exploitation du projet.

4. SO E&S 4. Santé, sûreté et sécurité de la communauté

La SO4 traite des risques et des impacts en matière de santé, de sûreté et de sécurité pour les communautés affectées par le projet et de la responsabilité correspondante de l'Emprunteur d'éviter ou de minimiser ces risques et ces impacts, en accordant une attention particulière aux personnes qui, en raison de leur situation particulière, peuvent être vulnérables.

Le projet doit intégrer des mesures pour protéger la santé, la sûreté et la sécurité des communautés locales, en particulier celles vivant à proximité du projet. Cela inclut la gestion des risques associés à la construction et à l'exploitation, tels que la pollution, le bruit, la circulation accrue, etc.

5. SO E&S 5. Acquisition des terres, restrictions d'accès à la terre et d'utilisation des terres, et réinstallation involontaire

SO5 reconnaît que l'acquisition de terres liée au projet, les restrictions d'accès aux terres ou d'utilisation des terres, et la perte de biens ou d'actifs peuvent avoir des conséquences négatives sur les communautés et les personnes. L'acquisition de terres ou les restrictions à l'utilisation des terres liées au projet peuvent entraîner un déplacement physique (relocalisation, perte de terres résidentielles ou perte d'abris), un déplacement économique (perte de terres, d'actifs ou d'accès aux actifs, entraînant la perte de sources de revenus ou d'autres moyens de subsistance), ou les deux à la fois. Le terme "réinstallation involontaire" fait référence à ces deux impacts et aux processus visant à les atténuer et à les compenser. La réinstallation est considérée comme involontaire lorsque les personnes ou les communautés concernées n'ont pas le droit ou la possibilité réelle, sans coercition ni intimidation, de refuser l'acquisition de terres ou les restrictions d'accès ou d'utilisation des terres qui entraînent la perte d'actifs ou le déplacement.

Les déplacements physiques et économiques, s'ils ne sont pas atténués, peuvent entraîner de graves risques économiques, sociaux et environnementaux.

Si le projet nécessite l'acquisition de terres ou entraîne des restrictions d'accès à la terre, il est impératif de gérer ces aspects de manière à minimiser les impacts sur la population locales, y compris la réinstallation involontaire et la compensation adéquate des personnes affectées.

6. SO E&S 6. Conservation des habitats et de la biodiversité et gestion durable des ressources naturelles vivantes

Cette sauvegarde opérationnelle (SO) décrit les exigences auxquelles l'emprunteur doit satisfaire pour identifier et mettre en œuvre les possibilités de conservation et d'utilisation durable de la biodiversité et des habitats naturels, et pour observer, mettre en œuvre et répondre aux exigences en matière de conservation et de gestion durable des services écosystémiques prioritaires.

La SO6 reconnaît que la protection et la conservation de la biodiversité et la gestion durable des ressources naturelles vivantes sont fondamentales pour le développement durable.

Le projet pourrait avoir des impacts sur les habitats naturels et la biodiversité locale. Il est important d'évaluer ces impacts et de mettre en place des mesures de conservation pour préserver les écosystèmes affectés.

7. SO E&S 7. Groupes vulnérables

La BAD considère les droits économiques et sociaux comme faisant partie intégrante des droits de l'homme et respecte les principes et les valeurs des droits de l'homme tels qu'ils sont énoncés dans la Charte des Nations Unies et la Charte africaine des droits de l'homme et des peuples. À travers les exigences du présent SE, la Banque encourage les emprunteurs à respecter les normes, les standards et les meilleures pratiques en matière de droits de l'homme et à refléter dans les opérations de la Banque les engagements nationaux pris, entre autres, en vertu des pactes internationaux relatifs aux droits de l'homme et de la Charte africaine des droits de l'homme et des peuples.

Certains individus ou groupes peuvent être moins résistants que d'autres aux risques et aux impacts négatifs. Dans le contexte des opérations de la BAD, les individus et/ou les groupes qui courent un risque plus élevé de ne pas pouvoir anticiper, faire face, résister et se remettre des risques et/ou des impacts négatifs liés au projet sont considérés comme vulnérables.

La vulnérabilité est donc spécifique au contexte et doit être comprise à travers l'interaction de trois facteurs : (i) l'exposition aux risques et aux impacts négatifs ; (ii) la sensibilité à ces risques et impacts ; et (iii) la capacité d'adaptation.

Le projet doit prêter une attention particulière aux groupes vulnérables, tels que les femmes, les enfants les personnes âgées, et les groupes ethniques minoritaires, pour s'assurer qu'ils ne subissent pas des impacts disproportionnés et qu'ils bénéficient également des opportunités créées par le projet.

8. SO E&S 8. Patrimoine culturel

La Banque reconnaît que le patrimoine culturel est un élément inhérent et essentiel de l'identification, et qu'il assure la continuité, sous des formes matérielles et immatérielles, entre le passé, le présent et l'avenir. Les gens s'identifient au patrimoine culturel en tant que reflet et expression de leurs valeurs, croyances, connaissances et traditions en constante évolution. Le patrimoine culturel est défini comme les ressources matérielles et immatérielles héritées du passé que les gens identifient, indépendamment de la propriété, comme le reflet et l'expression de leurs valeurs, croyances, connaissances et traditions en constante évolution. Le patrimoine culturel fait partie de toutes les cultures et se retrouve dans le monde entier. Dans ses nombreuses manifestations, le patrimoine culturel fait partie intégrante de l'identité culturelle, des pratiques et de l'identité propre des peuples, et il est important en tant que source d'informations scientifiques et historiques précieuses, en tant qu'atout économique et social pour le développement. Le patrimoine culturel est également profondément lié au monde environnemental et naturel qui l'entoure. La SO8 définit des mesures destinées à protéger le patrimoine culturel tout au long du cycle de vie du projet.

Si le site du projet ou ses alentours contiennent des éléments de patrimoine culturel, il est crucial de les identifier et de les protéger.

9. SO E&S 9. Intermédiaires financiers

La SO9 reconnaît que des marchés financiers et de capitaux nationaux solides et l'accès au financement sont importants pour le développement économique, la croissance et la réduction de la pauvreté. La Banque s'est engagée à soutenir le développement durable du secteur financier et à renforcer le rôle des marchés financiers et des capitaux nationaux. Cette SO traite des exigences environnementales et sociales associées aux financements intermédiés par le biais d'institutions financières et non financières.

Les partenaires financiers intermédiés (IF) de la Banque et du Fonds sont tenus d'identifier, d'évaluer, de suivre et de gérer les risques et les impacts environnementaux et sociaux associés à l'ensemble de leur portefeuille et aux sous-projets individuels, en fonction de la nature du financement intermédié qu'ils fournissent. La manière dont l'IF gèrera son portefeuille prendra diverses formes, en fonction d'un certain nombre de considérations, notamment la capacité de l'IF et la nature et l'étendue du financement à fournir par l'IF, y compris l'utilisation finale du produit.

Les IF sont tenus d'élaborer et de maintenir, sous la forme d'un système de gestion environnementale et sociale (SGES), des systèmes, des procédures et des capacités environnementales et sociales efficaces pour évaluer, gérer et suivre les risques et les impacts des sous-projets, ainsi que pour gérer de manière responsable les risques globaux du portefeuille.

Cette sauvegarde est généralement plus pertinente pour les projets impliquant des intermédiaires financiers. Dans le cas du projet, son applicabilité directe peut être limitée, sauf si des instructions financières intermédiaires sont impliquées dans le financement du projet.

10. SO E&S 10. Engagement des parties prenantes et divulgation d'informations

L'engagement des parties prenantes est un processus inclusif mené tout au long du cycle de vie du projet. Lorsqu'il est correctement conçu et mis en œuvre, il favorise le développement de relations solides, constructives et réactives qui sont importantes pour une gestion réussie des risques environnementaux et sociaux d'un projet. L'engagement des parties prenantes est d'autant plus efficace qu'il intervient à un stade précoce du processus d'élaboration du projet et fait partie intégrante des premières décisions relatives au projet, ainsi que de l'évaluation, de la gestion et du suivi des risques et des impacts environnementaux et sociaux du projet.

SO10 doit être lu conjointement avec SO1.

L'engagement des parties prenantes est important pour assurer la transparence et la bonne gouvernance du projet. Il est important de consulter régulièrement les parties prenantes, y compris les communautés locales, les autorités et les autres acteurs concernés, et de divulguer les informations pertinentes sur les impacts et les mesures d'atténuation.

11. Applicabilité des SO pour le projet

Les SO 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 et 10 sont applicables au projet.

► Textes nationaux

Tableau 4 : Textes nationaux.

Texte	Contenu	Textes d'application	Applicabilité au projet
Général			
La nouvelle constitution adoptée par référendum le 29 décembre 2023.	Le titre II de la constitution traite des libertés, des droits fondamentaux et des devoirs. La constitution garantit l'égalité de tous les citoyens et précise que l'Etat doit veiller à l'élimination de toute forme de discrimination. La constitution garantit également le droit de propriété privée et que « tout citoyen peut en être dépossédé que pour cause d'utilité publique moyennant une juste et préalable indemnisation » (Article 45). L'article 51 précise que « tout citoyen a droit à un environnement sain ». La protection de l'environnement est un devoir pour tous (Article 57) et que « tout dommage fait objet d'une juste réparation ». La constitution reconnaît que les règles coutumières ne s'appliquent que dans les communautés où elles sont reconnues et ne peuvent être contraire à l'ordre public ou à l'inégalité être citoyens (article 170)..	Sans objet	Le projet doit respecter les principes de la constitution.
Environnement			
Loi N°014/PR/98 du 17 août 1998 définissant les principes généraux de la protection de l'environnement	L'objectif de la loi 14/PR/98 est d'établir les principes généraux pour la gestion durable de l'environnement et sa protection contre toute forme de dégradation, afin de sauvegarder et de valoriser les ressources naturelles et d'améliorer les conditions de vie de la population (Art. 1et 3). Plus	Décret N°904/PR/PM/MERH/2009 du 06 août 2009 portant réglementation des pollutions et nuisances à l'environnement. Le présent Décret définit les règles relatives aux pollutions et aux nuisances à l'environnement, conformément au Titre V de la Loi N°014/PR/98 du 17 août 1998, définissant les principes généraux de la protection de l'environnement (ci- après dénommée Loi 14/PR/98), sans préjudice du respect des Conventions, Protocoles et Accords internationaux pertinents auxquels la	La centrale solaire n'est pas classée comme ICPE. Le décret est applicable au projet pour la gestion des déchets, les effluents

Texte	Contenu	Textes d'application	Applicabilité au projet
	<p>spécifiquement cette loi vise un certain nombre d'objectifs : Elle vise la protection du patrimoine et du milieu (titre 4, articles 17, 20,23, 31 et41). Elle fait obligation aux investisseurs de procéder à des études d'impact environnemental (Art.80, 81 et 84) ainsi qu'a l'élaboration d'un plan d'urgence (Art.92 et 94) avant le début d'exploitation du projet (Art. 82). Enfin, la loi 14/PR/98 fixe les instruments de gestion de l'environnement (Titre 7). Il s'agit des normes et standards de qualité de l'environnement (Art. 96 et 97) et la remise en état de l'environnement le cas échéant (Art. 101 et 102). Par ces dispositions fondamentales, la loi 14/PR/98 donne pleinement suite à la Constitution de la République du Tchad.</p>	<p>République du Tchad est Partie. Au titre de ce décret, la protection de l'environnement contre toute forme de dégradation, d'altération. Sa gestion durable, ainsi que l'amélioration du cadre et des conditions de vie de la population sont d'ordre public (articles 4 et suivants). Le titre II traite des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). Le titre III traite de la gestion des déchets. Les déchets sont classés dans les catégories suivantes : Les déchets ménagers ; Les déchets organiques ; Les déchets verts ; Les déchets industriels ; Les déchets d'activité d'assainissement ; Les déchets biomédicaux ; Les déchets radioactifs. Les déchets industriels comprennent les déchets banals qui peuvent être assimilés aux déchets ménagers et Déchets industriels spéciaux qui sont les déchets toxiques et/ou dangereux. Le texte précise que les industriels doivent trier leurs déchets avant toute élimination. Le titre IV traite des effluents liquides et gazeux. Le titre V traite des Substances Chimiques Nocives et Dangereuses (SCND) Le titre VI traite des Nuisances auditives et olfactives. Le texte précise que ce sont les normes de l'OMS qui sont applicables.</p>	<p>liquides et les nuisances auditives.</p>
		<p>Décret N°630/PR/PM/MERH/2010 du 04 août 2010 portant réglementation des études d'impacts sur l'environnement et ses arrêtés d'application. : Dans ses principes généraux, le décret 630/PR/PM/MEERH/2010 rappelle la pertinence des engagements de protection de l'environnement pour le Tchad dans ses projets de développement (Art. 3 à 7). A cet effet, un organe de gestion des Etudes d'Impact sur l'Environnement a été créé (Art. 9 et 10) ainsi que la définition des modalités d'exécution et du contenu des Etudes d'Impact sur l'Environnement (Art.11a18). L'inobservation partielle ou totale de ces dispositions fait l'objet de sanctions administratives voire pénales (Art. 25, 37, 39, 40, 41 et 43).</p>	<p>Le projet est assujetti à une EIE. Elle a été réalisée en 2018 et mise à jour en 2023.</p> <p>Le projet ayant fait l'objet d'une EIE, il est classé en catégorie A et doit faire l'objet d'une consultation publique en conformité avec l'arrêté 041.</p>

Texte	Contenu	Textes d'application	Applicabilité au projet
		<p>Arrêté N°039/PR/PM/MERH/SG/DGE/DEELCPN/2012 du 29 novembre 2012 portant guide général de réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement.</p> <p>Le guide général est un instrument de mise en œuvre des dispositions de la loi N°014/PR/98 du 17 aout 1998 (Art. 80) et du décret 630/PR/PM/MEERH/2010. Il est adressé aux maitres d'ouvrage, aux Consultants et aux Services techniques chargé de l'évaluation des Etudes d'Impact sur l'Environnement (EIE) (Art. 2).</p> <p>Ce texte fixe les modalités de la mise en œuvre de la procédure d'EIE. La catégorisation des projets (A : projets pouvant avoir des effets divers et significatifs sur l'environnement, nécessitant des investigations détaillées ; ces projets sont soumis à la réalisation d'une EIE ; B : projets pouvant avoir des effets facilement identifiables et limités sur l'environnement et dont les moyens de les atténuer sont généralement connus ; ces projets sont soumis à la réalisation d'une notice d'impact sur l'environnement (NIE) ; C : projets n'ayant pas d'effets importants sur l'environnement, pour lesquels il n'est requis ni une EIE, ni une notice d'impact).</p> <p>C'est un référentiel qui fixe la démarche et les modalités de réalisation des Etudes d'Impact sur l'Environnement (Art. 1 et 3). Aux termes de cet arrêté, l'EIE est un outil d'aide à la décision quant aux effets environnementaux d'un projet de développement (Art. 4). En effet, le guide décrit ce qu'est une Etudes d'Impact, son contenu et la manière dont elle doit être présentée (Art. 5), le nombre de parties (Art. 6), la forme ainsi que la liste des aménagements, des ouvrages ou projets soumis à une EIE. Le guide rappelle que la protection de l'environnement est d'ordre public et identifie l'Etat et les collectivités locales comme responsables de sa protection (Art. 9).</p> <p>Le réalisateur d'une Etude d'Impact Environnemental doit respecter les conditions de fond et de forme telles que décrit dans le guide :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Respect des dispositions générales (Art. 1 a 9) ; • Respect de la procédure administrative détaillée depuis la demande de réalisation du projet, la transmission des guides, la préparation et l'approbation des termes de références (Art. 15 à 22), la réalisation et le dépôt officiel de l'étude (Art. 23 à 31), la participation du public (Art. 32), l'analyse de l'étude 	

Texte	Contenu	Textes d'application	Applicabilité au projet
		<p>(Art. 33 à 41), la décision (Art. 42 à 45) et enfin le suivi environnemental (Art. 46 à 48) ;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Respect du contenu de l'Etude d'Impact Environnemental (Art. 49 a 116) ; • Respect de la présentation du rapport d'Etude d'Impact (Art. 1178 121). <p>Arrêté N°041/MERH/SG/CACETALDE/2013 du 09 juillet 2013 portant réglementation des consultations publiques en matière d'études d'impact sur l'environnement. Ce texte spécifie en son article 3 que les aménagements, les ouvrages ou les projets pouvant avoir des effets divers et significatifs sur l'environnement et nécessitant des investigations détaillées, tels que définis dans la Catégorie A du Décret N°630/PR/PM/MERH/2010, sont soumis à la consultation publique. En outre ces aménagements, ouvrages ou projets sont soumis à la réalisation d'une Notice d'impact sur l'environnement (NIE) tels que définis dans la Catégorie B du Décret susmentionné, peuvent être soumis la consultation publique. Les conditions et les modalités de déroulement des consultations publiques sur la NIE sont celles des études d'impact sur l'environnement (EIE) décrit dans cet Arrêté (article 4).</p>	
		<p>Décret 380/PR/PM/MERH/2014 du 5 juin 2014, fixant les modalités d'application du régime de la faune et présentant les listes A et B des espèces protégées du Tchad.</p>	Applicable en cas de présence d'espèces protégées des listes A et B
		<p>Décret n°409/PR/PM/MAE/2014 du 19 Juin 2014, fixant les conditions d'élaboration et les modalités de mise en œuvre des plans d'urgence en matière d'environnement. La gestion des risques écologiques comporte des mesures de prévention, d'atténuation, de protection, d'organisation de secours, de prise en charge et de remise en état (Article 4). Ces dispositions s'appliquent aussi aux situations d'urgence occasionnées par les incendies ou les risques de pollution du milieu naturel ;</p>	Applicable au projet en cas d'incendie.
		<p>Décret N°378/PR/PM/MAE/2014 du 05 juin 2014 portant promotion de l'éducation environnementale ; Il stipule que l'information et la formation intègrent tous les niveaux scolaires et universitaires, de façon à susciter des</p>	Applicable de manière générale au projet. Les mesures de réduction des pollutions qui seront mises

Texte	Contenu	Textes d'application	Applicabilité au projet
		comportements responsables vis à vis de la protection de l'environnement (Article 2). L'Article 18 stipule que les Organismes Non Gouvernementaux, les entreprises et la Société civile doivent adopter le concept d'éco responsabilité et examiner, de concert avec l'Etat, les procédés de production, d'importation et de consommation pour déterminer les améliorations nécessaires dans le but de réduire, réutiliser, recycler et valoriser les déchets et de limiter la consommation des biens qui entraîne le gaspillage des ressources.	en œuvre sont en conformité avec les exigences de ce décret.
Eau			
Loi N°16/PR/99 du 18 août 1999 portant Code de l'eau	<p>Cette loi fixe les modalités de gestion des eaux pluviales, lacustres ou souterraines et celle de l'exploitation des ouvrages hydrauliques. La loi stipule notamment que toutes les ressources en eau, situées dans les limites du territoire national sont un bien collectif. À ce titre, elles font partie intégrante du domaine public de l'État qui est inaliénable et imprescriptible. Elle dispose que les eaux superficielles et souterraines dans les limites du territoire national, et que le lit de tous les cours d'eau, permanents ou non, flottables ou non, navigables ou non, tous les lacs, étangs et sources, îles et îlots dans la limite des plus hautes eaux font parties du domaine public naturel de l'État (Titre II, article 3).</p> <p>Les articles 20 et 24 du chapitre 3 du titre III instaurent respectivement, le principe de la délimitation d'un périmètre de protection et la liste les activités qui sont susceptibles d'y être interdites. Parmi ces activités se trouvent le dépôt des ordures, d'immondices et de détritiques, le rejet des excréta, le fonçage des puits et l'exploitation de carrières à ciel ouvert, le</p>	Absence de décrets d'application.	Applicable au projet en cas de mobilisation des eaux souterraines pour l'alimentation en eau. Applicable au projet pour le traitement et le rejet des eaux usées.

Texte	Contenu	Textes d'application	Applicabilité au projet
	<p>déboisement excessif, la surexploitation par pompage, certaines constructions (notamment interdites par arrêté), les dépôts d'hydrocarbures.</p> <p>Le Titre V spécifie les conditions d'utilisation de l'eau. Les propriétaires des sites peuvent mobiliser les eaux pluviales tombant sur le site et/ou prélever les eaux souterraines sous réserve d'une procédure de déclaration ou d'autorisation.</p> <p>Le Titre VI traite de la protection qualitative des eaux. La loi stipule qu'il est interdit de rejeter des eaux polluées dans les eaux souterraines ou dans les eaux superficielles.</p> <p>Sans instituer explicitement l'obligation d'une étude d'impact environnemental, le Code de l'eau, précise dans son article 117 que tout fait susceptible d'altérer la qualité de l'eau superficielle ou souterraine est soumis à la réglementation d'autorisation préalable.</p>		
Forêt, biodiversité et pesticides			
<p>Loi N°014/PR/2008 du 10 juin 2008 portant régime des forêts, de la faune et des ressources halieutiques</p>	<p>L'objectif général que s'assigne la loi portant régime des forêts, de la faune et des ressources halieutiques est celui d'assurer dans le cadre de la constitution et de la loi 14/PR/98 du 17 août 1998 (Ari. 1), une gestion des ressources forestières, fauniques et halieutiques basées sur la durabilité qui suppose une gestion rationnelle, équilibrée et équitable des ressources soucieuses du présent autant que du futur (Art. 2 et 3).</p>	<p>Décret N°379/PR/PM/MAE/2014 du 05 juin 2014 fixant les modalités de gestion du domaine forestier ;</p>	<p>Non applicable au projet car absence de ressources forestières impactées.</p>

Texte	Contenu	Textes d'application	Applicabilité au projet
	<p>La loi 14/PR/2008 prône la participation et la prise en compte des avis, besoins et intérêts de l'ensemble des acteurs concernés c'est-à-dire les populations, l'État et les collectivités locales (Art. 6). Cette loi renferme d'importantes dispositions dont l'application peut efficacement contribuer à la protection de l'environnement en général et à l'atténuation des GES en particulier.</p> <p>A titre d'exemple, l'article 2 de ladite loi stipule que les forêts, la faune et les ressources halieutiques font partie intégrante du patrimoine biologique national. Leur préservation et leur développement durable sont d'intérêt général et à ce titre, constituent une exigence fondamentale de la politique nationale de développement.</p>		
<p>Loi N°14/PR/95 du 13 juillet 1995, relative à la protection des végétaux</p>	<p>Cette loi a pour objet la protection des végétaux dans le respect de l'environnement. De la santé de l'homme et de l'animal en cas d'utilisation des pesticides.</p>	<p>Arrêté N°036/MEE/DG/00 du 19 octobre 2000 portant création d'un Comité Technique national chargé de suivi et de l'évaluation de toutes les Conventions Internationales sur les polluants organiques persistants, les pesticides, les produits chimiques et les déchets dangereux pour la santé humaine et l'Environnement ;</p> <p>Arrêté N°0059/MSP/DG/187/DACS/96 du 21 février 1996 réglementant l'importation, la distribution et l'utilisation des pesticides utilisables en santé publique. Conformément aux articles 3 et 4, les pesticides importés doivent être de bonne qualité, conditionnés et étiquetés afin de réduire les dangers inhérents à leur manutention, transport et usage et pour assurer l'utilisation efficace et sans danger des pesticides, l'étiquette doit comporter des informations et des instructions claires et concises, notamment l'identité, la qualité, la pureté et la composition ;</p> <p>Arrêté N°038/PR/PM/MEP/SG/06 portant application du Système Général Harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques (SGH). Il a pour objet l'application du SGH et du Titre V sur les pollutions et les nuisances de la Loi n°14/PR/98 du 17 août 1998.</p>	<p>Applicable en cas d'utilisation de pesticides sur le site.</p>

Texte	Contenu	Textes d'application	Applicabilité au projet
Energie			
Loi n°036/PR/2019 relative au secteur de l'énergie électrique du 26 Août 2019.	Elle consacre notamment la libéralisation du secteur de l'énergie électrique qui était longtemps sous le monopole de l'Etat tchadien à travers sa société nationale de l'Electricité (SNE). Elle en compte les activités de production, de transport et de distribution de conduite, d'importation, d'exportation et de vente de l'énergie électrique sur l'ensemble du territoire national. Elle comprend en outre de nouvelles dispositions relatives à la maîtrise et l'efficacité énergétique. Elle est suivie de plusieurs décrets d'application dont Contrairement à l'ancienne législation qui identifie l'organe de régulation comme le principal acteur du secteur de l'Énergie Électrique, la nouvelle loi étoffe la liste des acteurs intervenant dans le secteur de l'énergie. Il s'agit notamment du gouvernement, de l'autorité de Régulation du Secteur de l'Énergie Électrique, de la Société Nationale d'Electricité, l'Agence pour le Développement de l'Électricité Rurale et de la maîtrise de l'Energie, des collectivités territoriales ainsi que des personnes Physiques ou morales auxquelles le service public de l'électricité est délégué	Décret n° 1841 /PR/MPME/2019 fixant les conditions et modalités de délivrance de licence de production de l'électricité	Applicable au projet.
Patrimoine culturel et historique			
Loi 14-60 du 02 novembre 1960, portant gestion du patrimoine culturel, des sites archéologiques.	Cette Loi stipule : «la protection des monuments et des sites naturels, des sites et monuments à caractère préhistorique, archéologique, scientifique, artistique ou pittoresque, le classement des objets historiques ou ethnographiques et la	Absence de décret d'application	Applicable le cas échéant en cas de présence de site archéologiques.

Texte	Contenu	Textes d'application	Applicabilité au projet
	réglementation des fouilles » ainsi, les sites et monuments méritent protection et valorisation, toute fouille archéologique doit au préalable obtenir l'accord de la Direction du Patrimoine National et de la Conservation.		
Droit foncier			
Loi 67-23 du 22 juillet 1967 portant statut des biens domaniaux	La loi traite de la consistance et de la formation du domaine public et du domaine privé de l'Etat.	Le décret n°186/PR du 1er août 1967 portant application de la loi relative au statut des biens domaniaux précise les conditions de leur gestion. En outre, il définit les procédures de constatation des droits coutumiers sur le domaine privé de l'État.	Applicable au projet, le terrain des sites des projets a un statut du domaine public de l'état.
Loi n°24 du 22 juillet 1967 portant sur la Propriété foncière et droits coutumiers	La loi traite des procédures d'accès à la propriété foncière.	Le décret d'application n°187 du 1er août 1967 décrit toute la procédure d'immatriculation d'une terre et l'obtention du titre foncier. Il précise également les dispositions à prendre pour le constat des droits coutumiers sur une terre, leur mise en valeur et la purge desdits droits coutumiers.	Applicable au projet pour les usagers de chacun des sites.
Loi 25 du 22 juillet 1967 portant sur les limitations des droits fonciers.	La loi détermine le mode d'expropriation de droit commun, l'expropriation des terrains ruraux pour absence de mise en valeur, les déguerpissements et les servitudes d'utilité publique.	Le décret d'application n°188 de la loi sur la limitation des droits fonciers du 1er août 1967 précise les modalités et les procédures d'expropriation, des déguerpissements et de paiement des indemnités y relatives.	Applicable au projet pour l'indemnisation des propriétaires de parcelles sur les sites.
Travail			
Loi n°038/PR/96 du 11 décembre 1996 portant Code du travail	Conformément à l'article 1 de ce code : « Il est institué un code de travail en République du Tchad, applicable sur tout le territoire national. Il régit les relations entre employeurs et travailleurs résultant de contrats de travail conclus pour être exécutés sur le territoire de la République du Tchad quel que soit leur lieu de conclusion, résidence et nationalité des parties. [...] ». Le livre III de ce même code aborde les notions de conditions de travail, santé et sécurité au travail. Le Livre IV	Arrêté 99-008 1999-03-19 /MFFTPEM/SE/DG/DTESS/99 portant organisation et fonctionnement des comités d'hygiène et de sécurité (CHS) dans les entreprises et établissements. Les C.H.S doivent être mis en place dans : 1. tous les établissements ou entreprises employant habituellement au moins 50 salariés ; 2. les établissements ou entreprises du secteur industriel, des bâtiments et travaux publics occupant au moins 20 travailleurs (temporaires et occasionnels y compris) ; 3. les chantiers devant durer au moins 6 mois ou regrouper plusieurs entreprises	Applicable au projet pour QIT, les EPC et les sous-traitants.

Texte	Contenu	Textes d'application	Applicabilité au projet
	traite de la représentation et des attributions des organisations professionnelles d'employeurs et de travailleurs. Le livre V porte sur les différends relatifs au travail et à l'emploi et de l'exercice du droit de grève et de lock out. Le livre VI traite du contrôle du travail et de l'emploi - S'appliquent, entre autres, à l'inspection du travail et à l'office pour la promotion de l'emploi.	L'article 4 définit la composition des CHS selon le type d'entreprises ou chantier.	
Urbanisme			
Loi n°006/PR/2010 de 2010	Cette loi fixe les principes fondamentaux de l'urbanisme. Son article 3 précise que « Chaque collectivité territoriale décentralisée est responsable de l'application des mesures d'urbanisation de son territoire. L'Etat transfère progressivement aux collectivités territoriales décentralisées les compétences leur permettant de gérer, dans le respect des lois et règlements de la République du Tchad ».	Absence de décret d'application.	Applicable au projet. Les sites des centrales sont des espaces réservés au niveau de l'aménagement urbain pour chaque site. Les zones de passage des voies d'accès et des lignes électriques sont situées dans les servitudes publiques réservées.
Santé			
Loi n° 19/PR/2007 du 15 novembre 2007 portant lutte contre le VIH/SIDA/IST et protection des droits des personnes vivant avec le VIH/SIDA	La présente loi a pour objet de : <ul style="list-style-type: none"> - Organiser et/ou renforcer la lutte contre le VIH/SIDA/IST ; - Redéfinir et/ou renforcer les organes d'encadrement de la lutte contre le VIH/SIDA/IST ; - Promouvoir et protéger les droits humains des personnes vivant avec le VIH/SIDA. 	N/A	Applicable au projet pour la mise en place des mesures de lutte contre le VIH/SIDA/IST.
Genre			

Texte	Contenu	Textes d'application	Applicabilité au projet
<p>Décret 2035/PR/PM/MFPPESEN/2017 du 20 novembre 2017</p>	<p>Décret portant adoption de la Politique Nationale Genre (PNG) qui visent à apporter un plus dans la protection de la femme et dans la lutte contre les violences sexuelles à côté des lois déjà existantes</p>	<p>N/A</p>	<p>Le projet devra intégrer des mesures pour la protection des femmes et la lutte contre les violences basées sur le genre.</p>

4.2 Cadre institutionnel

► Haut Comité National pour l'Environnement (HCNE)

Créé par décret n° 822/PR/MET/95 du 20 octobre 1995, le HCNE a pour mission d'impulser, d'harmoniser et de veiller à la mise en œuvre des politiques et stratégies relatives à la protection de l'environnement en vue de garantir un développement durable au Tchad. Il s'agit d'un organe interministériel présidé par le Premier Ministre. L'article 3 dudit décret définit les membres du HCNE.

Il s'agit entre autres du :

- Ministre de l'aménagement du territoire, de l'urbanisme et de l'habitat ;
- Ministre de l'Élevage et de la production animale ;
- Ministre du Pétrole, des Mines et de la Géologie ;
- Ministre de l'Éducation Nationale et de la promotion civique ;
- Ministre du Commerce et de l'industrie ;
- Ministre de l'Administration du Territoire et de la Décentralisation ;
- Ministre des Communications, de l'économie numérique et de la digitalisation de l'administration ;
- Ministre de l'Action sociale, de la solidarité et des affaires humanitaires ;
- Ministre des Armées, des anciens combattants et des victimes de guerre ;

Le HCNE a pour tâches spécifiques de :

- Veiller à la mise en application effective des recommandations de la Conférence Nationale Souveraine concernant l'Environnement et le Développement ;
- Veiller à la mise en application effective des recommandations et de l'Agenda 21 issus de la Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement de Rio de Janeiro de Juin 1992 ;
- Veiller à l'intégration effective de l'Environnement et du Développement ;
- Orienter les politiques de Développement Durable et veiller à leur mise en œuvre concrète ;
- Opérer des arbitrages en cas d'options contradictoires entre priorités de développement et de protection de l'environnement ;
- Définir des modalités de mise en place et du fonctionnement d'un Fonds National pour l'Environnement (FNE) afin de promouvoir les opérations en faveur de l'environnement ;
- Mobiliser les partenaires institutionnels et sociaux afin de promouvoir la protection et l'amélioration de l'environnement.

► Ministère de l'Environnement, de la Pêche et du Développement Durable

La politique environnementale du Tchad est mise en œuvre par le ministère de l'Environnement, de la Pêche et du Développement Durable (MEPDD). Le MEPDD est le responsable opérationnel en matière de gestion de l'environnement et des ressources naturelles. Au sein du MEPDD, la Direction des Évaluations Environnementales et de la Lutte Contre les Pollutions et Nuisances (DEELCPN) a en charge la conduite des évaluations environnementales et sociales. Cette direction a pour missions spécifiques de :

- Assurer la coordination de l'exécution des projets de développement à caractère environnemental ;
- Effectuer le suivi et de procéder à l'évaluation des projets ;
- Constituer et de gérer le portefeuille des projets d'investissements environnementaux ;

- Garantir la prise en compte des préoccupations environnementales dans les projets et programmes de développement ;
- Veiller à la mise en place et à la gestion d'un système national d'informations environnementales ;
- Mettre en œuvre la procédure d'étude d'impact ainsi que l'évaluation de l'impact environnemental des politiques macro-économiques.

► **Ministère de l'Economie, de la Planification du Développement et de la Coopération Internationale**

Le Ministère de l'Economie, de la Planification du Développement et de la Coopération Internationale, participe à la préparation et l'organisation des Tables rondes des Bailleurs de Fonds sur le développement du Tchad et autres concertations. Dans le cadre du projet, ce ministère pourrait faciliter la mobilisation des ressources financières internationales nécessaires pour soutenir le projet. Il peut aussi coordonner avec les partenaires internationaux pour assurer que les investissements s'alignent avec les objectifs de développement durable du pays, garantissant ainsi que les impacts environnementaux et sociaux soient pris en compte lors des phases de financement et de planification.

► **Ministère de l'Eau et de l'Energie**

Il est chargé de la conception, de la coordination, de la mise en œuvre et de suivi de la politique du gouvernement en matière d'eau. Ce ministère pourrait jouer un rôle crucial dans la gestion des ressources en eau ; principalement l'approvisionnement en eau nécessaire à la construction et au fonctionnement du projet. Il pourrait également jouer un rôle dans la surveillance des impacts du projet sur les ressources en eau locales.

Le Ministère en charge de l'Énergie est responsable de la conception, coordination, mise en œuvre et suivi des politiques du gouvernement tchadien dans le secteur de l'énergie. Il est le signataire du Contrat Cadre pour la construction des deux centrales solaires photovoltaïques de Gassi et de Lamadji.

► **Ministère de la Production et de l'Industrialisation Agricole**

Il est chargé de la conception, de la coordination, du suivi, et de la mise en œuvre de la politique du gouvernement en matière agricole. Ce ministère pourrait être impliqué dans le cas d'actions visant des activités génératrices de revenu dans le secteur agricole.

► **Ministère de la Santé Publique**

La politique de santé définie par le gouvernement se fait par l'élaboration et la mise en œuvre, en collaboration avec les ministères techniques concernés, de programmes de prévention, d'éducation et de sensibilisation en matière de santé publique, aussi bien en milieu urbain que rural. Ce ministère peut jouer un rôle crucial dans le cadre du projet en s'assurant que les populations locales ont accès à des services de santé adéquats, notamment pour prévenir et traiter les maladies liées aux conditions de travail ou à l'environnement. Il peut également participer à des initiatives de formation pour renforcer les capacités des professionnels de la santé et sensibiliser les communautés aux bonnes pratiques sanitaires.

► **Ministère de la Jeunesse et des Sports**

La politique du gouvernement en matière de jeunesse, et des sports consiste à promouvoir et soutenir le développement des jeunes et des entrepreneurs locaux. Cela inclut l'établissement de programmes de formation et de développement des compétences pour les jeunes, l'encouragement des initiatives entrepreneuriales, et la promotion des activités sportives comme vecteur d'intégration sociale. Le ministère travaille également à valoriser les talents nationaux en collaborant avec d'autres ministères, notamment pour la mise en place d'infrastructures sportives et le soutien des jeunes entrepreneurs dans divers secteurs. Il pourrait encourager l'engagement des jeunes et des entrepreneurs locaux dans le cadre du projet, par

exemple en soutenant des programmes de formation et d'emploi pour les jeunes dans le secteur des énergies renouvelables, ce qui peut contribuer à la durabilité économique locale.

► **Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Urbanisme et de l'Habitat**

Il intervient dans l'aménagement de l'espace rural en vue d'une meilleure gestion et aussi dans l'élaboration et la mise en œuvre de la législation foncière en collaboration avec les ministères œuvrant pour la réduction des espaces de vie de la faune par les migrations de population et l'extension des cultures. Il peut jouer un rôle important dans la planification de l'utilisation des terres pour s'assurer que l'implantation de la centrale solaire est conforme aux plans d'aménagement du territoire existants et ne perturbe pas les communautés locales ou les écosystèmes sensibles.

► **Ministère de l'Administration du Territoire et de la Décentralisation**

Il est concerné en raison de l'implication des collectivités territoriales et locales (Communes, province...) qui en dépendent. Il serait impliqué dans la coordination avec les autorités locales et provinciales pour s'assurer que le projet est bien intégré au sein des communautés locales et qu'il respecte les normes de gouvernance locale.

► **Les services déconcentrés de l'état**

La plupart des ministères ont mis en place des délégations provinciales et des services départementaux. Les services techniques déconcentrés jouent un rôle important auprès des populations urbaines et rurales dans le cadre de la gestion durable de l'environnement.

C'est ainsi que dans le cadre du suivi de la gestion et du contrôle des ressources forestières, le Ministère en charge de l'Environnement a mis en place des délégations provinciales de l'Environnement correspondant aux 23 provinces, des Inspections Forestières, des Secteurs de conservation de faune, des secteurs et sous-secteurs des pêches.

► **Les collectivités locales**

Les Collectivités Territoriales Décentralisées (communautés rurales, communes, départements, provinces) sont chargées d'assurer avec le concours de l'État, la protection de l'environnement. Dans le cadre de mise en œuvre du processus de décentralisation dans le pays, il a été prévu un d'appui au développement local à travers des programmes spécifiques de renforcement des capacités afin d'habiliter les communautés rurales à gérer eux-mêmes leurs terroirs (mise en place des Structures Locales de Gestion – SLG).

► **Société Nationale d'Électricité (SNE)**

La Société Nationale d'Électricité du Tchad est responsable de la production, de la transmission et de la distribution de l'électricité au Tchad. Cette responsabilité est partagée avec les promoteurs privés concessionnaires qui sont autorisés par le Ministère de l'Eau et de l'Énergie à opérer dans le pays. La société est née de la scission en 2010 de la Société Tchadienne d'Eau et d'Électricité (STEE). La SNE est signataire du Contrat d'Achat de l'Énergie Électrique et sera donc à ce titre l'acheteur de l'électricité produite par les deux centrales solaires photovoltaïques. En tant qu'acheteur de l'électricité produite, elle sera chargée de l'intégration de l'électricité issue des nouvelles centrales dans le réseau national et assurera la gestion des aspects contractuels liés à l'achat de l'énergie produite.

► **Agence pour le Développement des Énergies Renouvelables (ADER)**

ADER est une agence gouvernementale chargée de la promotion et du développement des énergies renouvelables au Tchad. L'ADER joue un rôle très important dans la promotion et le développement des énergies renouvelables au Tchad. Pour ce projet, l'ADER pourrait s'impliquer dans la supervision des aspects techniques relatifs à la mise en œuvre des installations solaires photovoltaïques. Son rôle inclut la

coordination avec les autres acteurs du secteur de l'énergie pour assurer que le projet respecte les normes nationales et contribue efficacement aux objectifs de développement des énergie renouvelables du pays.

4.3 Analyse des écarts

Tableau 5 : Analyse des écarts entre la législation tchadienne et les standards de la SFI

Standards E&S de la SFI et de la BAD	Réglementation tchadienne pertinente	Analyse des écarts	Mesures proposées pour combler les lacunes
<p>Norme de performance 1 (NP 1) : Évaluation et gestion des risques et impacts environnementaux et sociaux</p> <p>Sauvegarde E&S Opérationnelle (SO) 1 : Évaluation et gestion des risques et impacts environnementaux et sociaux</p> <p>SO 10 : Engagement des parties prenantes et diffusion d'informations.</p>	<p>La loi N° 014/PR/98 définit les principes généraux de la protection de l'environnement et introduit en particulier l'outil de l'étude d'impact sur l'environnement au chapitre 1 du titre 6.</p> <p><i>Article 80 : Lorsque des aménagements, des ouvrages ou des projets risquent, en raison de leur dimension ou de leur incidence sur le milieu naturel, de porter atteinte à l'environnement, l'administration peut imposer au pétitionnaire ou au maître de l'ouvrage, l'établissement d'une étude d'impact préalable permettant d'apprécier leur compatibilité avec les exigences de la protection de l'environnement.</i></p> <p><i>Article 81/- L'étude d'impact sur l'environnement, conçue et préparée selon une méthode scientifique, identifiée, décrit et évalue :</i></p> <p>..</p> <p>..</p> <p><i>value de manière appropriée en fonction de chaque cas particulier et conformément aux conditions établies par la présente loi et ses textes d'application, les effets directs et indirects d'un projet sur les facteurs suivants :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - l'homme, la faune et la flore, - le sol, le sous-sol, l'eau, l'air, le climat et le paysage, - l'interaction entre les facteurs visés aux premiers et deuxièmes tirets, - les biens matériels et le patrimoine culturel <p>Le décret N°630/PR/PM/MERH/2010 du 04 août 2010 portant réglementation des études d'impacts sur l'environnement définit les modalités d'exécution et du contenu des Etudes d'Impact sur l'Environnement. L'article 4 du décret précise que tous les projets, aménagements et travaux susceptibles d'avoir des incidences significatives sur l'environnement sont soumis à une autorisation préalable du Ministère de l'environnement. L'article 6 identifie 3 catégories de projet selon leur niveau d'incidence sur l'environnement. La catégorisation des projets (A : projets pouvant avoir des effets divers et significatifs sur l'environnement, nécessitant des investigations détaillées ; ces projets sont soumis à la réalisation d'une EIE ; B : projets pouvant avoir des effets facilement identifiables et limités sur l'environnement et dont les moyens de les atténuer sont généralement connus ; ces</p>	<p>Globalement l'élaboration des EIE selon les exigences tchadiennes sont conformes aux exigences des bailleurs.</p> <p>Cependant le contenu de l'étude d'impact tel que spécifié dans la réglementation ne comprend une évaluation des impacts cumulatifs et ne donne pas de détail sur la nécessité ou pas d'identifier les impacts résiduels ainsi que l'impact en phase de démantèlement. La réglementation ne précise pas si toutes les composantes d'un projet doivent être évaluées simultanément. La classification des projets en A, B ou C n'est pas publiée.</p> <p>La réglementation prévoit un processus de consultation publique qui n'est pas uniquement documentaire. Le ministère de l'environnement est tenu de réaliser des réunions de consultations publiques pour recueillir l'avis des populations. Toutefois la présentation systématique des impacts et des enjeux n'est pas systématiquement requise dans les textes. Il semble qu'elle le soit néanmoins dans la pratique.</p> <p>La législation ne prévoit pas l'élaboration d'un plan d'engagement des parties prenantes ni la mise en place d'un mécanisme de gestion des plaintes.</p>	<p>L'élaboration de l'EIES et le PGES seront en conformité avec les exigences des différentes normes de performance et des SO.</p> <p>Un Plan d'Engagement des Parties Prenantes sera réalisé comprenant un mécanisme de gestion des plaintes.</p> <p>Les consultations publiques devront être réalisées selon les exigences de la NP1 et de la SO10.</p> <p>Soient les consultations réalisées ou prévues par le Ministère de l'Environnement seront conformes à ces exigences, soit une autre consultation devra être menée pour s'assurer de la bonne consultation des parties prenantes.</p>

Standards E&S de la SFI et de la BAD	Réglementation tchadienne pertinente	Analyse des écarts	Mesures proposées pour combler les lacunes
	<p>projets sont soumis à la réalisation d'une notice d'impact sur l'environnement (NIE) ; C : projets n'ayant pas d'effets importants sur l'environnement, pour lesquels il n'est requis ni une EIE, ni une notice d'impact).</p> <p>L'article 12 définit le contenu de l'étude d'impact sur l'environnement :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Une description précise du projet incluant les informations relatives à son site et aux critères utilisés pour sa sélection, sa conception et ses dimensions - Les objectifs visés et la justification du projet - Une analyse de l'Etat initial du site et de son environnement, portant notamment sur les espèces et les ressources naturelles susceptibles d'être affectées par le projet et, en particulier, sur les sites et paysages, les ressources et les milieux naturels, la diversité et les équilibres biologiques le patrimoine culturel et historique, s'il y a lieu sur la commodité du voisinage (bruits, vibrations, odeurs, émissions lumineuses), ou sur l'hygiène et la santé publique ; - Les mesures susceptibles d'être prises pour remédier aux effets négatifs du projet sur l'environnement et si possible compenser les conséquences dommageables du projet sur l'environnement, ainsi que l'estimation des dépenses correspondantes et du calendrier prévisionnel d'accomplissement des dites mesures - L'analyse des risques toxicologiques et des risques d'accidents technologiques - Les mesures d'urgence en cas d'accident - Les solutions de rechange au projet, s'il en est, ou les éventuelles variantes de réalisation du projet. - Les phases ultérieures du projet et les projets annexes - Un cahier de charges élaboré par l'autorité compétente qui retrace en détail les conditions requises pour bénéficier d'une autorisation selon les cas - Un plan de gestion environnementale comprenant les activités de surveillance et de suivi, prenant et après la réalisation du projet. <p>L'étude d'impact doit également être accompagnée d'un résumé.</p> <p>Les termes de référence doivent être élaborés par le Maître d'ouvrage et approuvés par le Ministère en charge de l'environnement.</p> <p>Arrêté N°039/PR/PM/MERH/SG/DGE/DEELCPN/2012 du 29 novembre 2012 portant guide général de réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement.</p> <p>Consultation publique.</p> <p>La législation tchadienne prévoit la réalisation d'une consultation publique qui est à la charge du Ministère de l'Environnement. Celui-ci doit porter à la connaissance de</p>		

Standards E&S de la SFI et de la BAD	Réglementation tchadienne pertinente	Analyse des écarts	Mesures proposées pour combler les lacunes
	<p>la population par tous les moyens réglementaires au niveau de la circonscription administrative et de la collectivité territoriale les résultats de l'étude d'impact afin de recueillir les avis de la population. Le Ministère en charge de l'environnement recueille également l'avis de toutes les institutions concernées.</p> <p>L'Arrêté N°041/MERH/SG/CACETALDE/2013 du 09 juillet 2013 porte la réglementation des consultations publiques en matière d'études d'impact sur l'environnement. La consultation publique est conduite par un Commissaire enquêteur ou une commission d'enquête composée d'un agent du ministère en charge des EIE, un spécialiste de l'environnement, un spécialiste du domaine concerné et un représentant des organisations non gouvernementales.</p> <p>Le ministère en charge de l'environnement avise par voie d'affichage au niveau de la commune de l'ouverture de la consultation publique. L'affichage comprend l'objet de la consultation, la date de l'ouverture et de la durée de l'enquête et les heures et lieux où le public pourra prendre connaissance du dossier et déposer ses observations sur un registre. L'avis de consultation doit comprendre un extrait du décret, la description sommaire du projet et sa localisation ainsi que l'organisation et les modalités de la consultation.</p> <p>Les réunions sont organisées par le commissaire enquêteur ou la commission d'enquête publique. Le maître d'ouvrage présente le projet et la population émet des questions et/ou observations. La commission rédige ensuite un rapport.</p>		
<p>NP2 : Travail et conditions de travail SO 2 : Main d'œuvre et conditions de travail</p>	<p>Le Code du travail (Loi n°038/PR/96) traite des aspects liés au travail et aux conditions de travail.</p> <p>Livre 1 - Des dispositions générales et des droits fondamentaux Article 5 : Interdiction du travail forcé Titre 2 - De la conclusion du contrat de travail Article 52 : Interdiction de travail pour les enfants de moins de 14 ans. Section 2 : Les contrats de travail doivent être passés par écrit et soumis avant tout commencement d'exécution, au visa de l'Office National de la Promotion de l'Emploi. Le Titre 3 et Titre 4 traite des droits et des devoirs des employeurs et des salariés. Le titre II traite de la santé et de la sécurité au travail. Le Livre 4 - De la représentation et des attributions des organisations professionnelles d'employeurs et de travailleurs. Livre 5 - Des différends relatifs au travail et à l'emploi</p>	<p>Le code du travail intègre la plupart des exigences de la NP2 et de la SO2.</p> <p>Cependant il reste la mise en œuvre :</p> <ul style="list-style-type: none"> - D'un mécanisme de gestion des doléances spécifiques pour les employés - Des mesures bien identifiées pour s'assurer de la non-discrimination et de l'égalité des chances - Des mesures pour s'assurer de la lutte contre la violence basée sur le genre. <p>En cas de chantier avec de forts effectifs, la mise en place par les entreprises de mesures accompagnant la réduction des effectifs.</p> <p>En cas de mise en place de base-vie, celle-ci doit être en conformité avec les exigences internationales (directives de la</p>	<p>Le PGES devra intégrer les différentes mesures liées à l'emploi et aux conditions de travail y compris celles identifiées dans les lacunes. Les principes de plans sectoriels pourront être développés tel que :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Plan Santé, sécurité au Travail - Plan de gestion du travail - Plan d'intervention d'urgence <p>Un mécanisme de gestion des doléances des employés devra être proposé. Les mesures devront s'appliquer à l'ensemble des intervenants sur le projet (Maître d'ouvrages, contractants et sous-contractants).</p>

Standards E&S de la SFI et de la BAD	Réglementation tchadienne pertinente	Analyse des écarts	Mesures proposées pour combler les lacunes
		SFI/BERD en matière d'aménagement du travail).	
<p>NP3 : Utilisation rationnelle des ressources et prévention de la pollution</p> <p>SO 3 : Utilisation efficace des ressources et prévention et gestion de la pollution</p>	<p>Les études d'impact doivent identifier les mesures pour « remédier aux effets négatifs du projet sur l'environnement et si possible compenser les conséquences dommageables du projet sur l'environnement, ainsi que l'estimation des dépenses correspondantes et du calendrier prévisionnel d'accomplissement des dites mesures ».</p> <p>Loi N°014/PR/98 du 17 août 1998 qui définit les principes généraux de la protection de l'environnement et le décret N°904/PR/PM/MERH/2009 du 06 août 2009 qui réglemente les pollutions et nuisances à l'environnement concerne la réduction des pollutions et la mise en place de mesures de traitement ou de bonne gestion de la pollution.</p> <p>Loi N°16/PR/99 du 18 août 1999 portant Code de l'eau.</p> <p>Les exigences réglementaires couvrent la gestion de l'eau, les effluents gazeux et liquides, les nuisances olfactives et auditives.</p>	<p>Les textes réglementaires ne donnent pas de valeur de niveau de traitement des eaux usées et effluents gazeux. Pour la partie bruit, ce sont les standards de l'OMS qui sont utilisés.</p> <p>Concernant les effluents liquides, il n'y a pas d'exigence de seuils à respecter.</p>	<p>En cas d'absence de normes tchadiennes, les directives de la SFI et les exigences de la SO3 seront mises en application.</p> <p>Toutes les mesures visant à la réduction de l'usage des ressources, la limitation de la pression sur les ressources, l'optimisation du recyclage seront préconisées.</p> <p>Le projet en compte la stratégie de réduction passant par : éviter, réduire et compenser.</p>
<p>NP4 : Santé, sûreté et sécurité des communautés</p> <p>SO 4 : Santé, sûreté et sécurité des populations</p>	<p>La constitution stipule que toute personne a droit à un environnement sain.</p> <p>L'objectif de la loi 14/PR/98 est d'établir les principes généraux pour entre autres améliorer les conditions de vie de la population.</p> <p>L'EIE identifie les mesures pour remédier les effets négatifs en particulier sur les commodités de voisinage ou sur l'hygiène et la santé publique.</p>	<p>Il n'existe pas de réglementation spécifique pour la réalisation d'une évaluation des risques, d'un plan de gestion et d'un plan d'intervention d'urgence.</p>	<p>Les mesures spécifiques seront incluses dans le PGES avec le contenu dans de plans de gestion spécifique le cas échéant tel que le plan d'intervention d'urgence selon les bonnes pratiques internationales et les directives de la SFI (Sécurité des personnes et sécurité incendie, sécurité routière, transport de matières dangereuses, prévention des maladies, préparation et réponse aux situations d'urgence) et la SO4 de la BAD.</p>
<p>NP5 : Acquisition de terres et réinstallation involontaire</p> <p>SO 5 : Acquisition de terres, restrictions à l'accès et à l'utilisation des terres, et réinstallation involontaire</p>	<p>Les procédures d'expropriation et d'acquisition du foncier sont traitées dans les textes suivants :</p> <p>Loi 23 du 22 juillet 1967 portant statut des biens domaniaux et son décret d'application</p> <p>Loi 24 du 22 juillet 1967 portant sur la Propriété foncière et droits coutumiers et son décret d'application</p> <p>Loi 25 du 22 juillet 1967 portant sur les limitations des droits fonciers et son décret d'application.</p> <p>La législation reconnaît la propriété selon le droit coutumier.</p>	<p>L'analyse détaillée des écarts sera réalisée dans le cadre de l'élaboration du Plan D'action de Réinstallation.</p> <p>Il y a un certain nombre d'écarts concernant l'éligibilité, l'identification initiale des personnes affectées par le projet, le calcul de la compensation et le recouvrement des moyens de subsistance, la prise en compte de personnes vulnérables, l'identification d'une date butoir, le type de paiement (en espèce ou nature), l'accompagnement au</p>	<p>La procédure d'acquisition des terrains se fera en conformité avec les exigences de la norme de performance 5 et de la SO5.</p>

Standards E&S de la SFI et de la BAD	Réglementation tchadienne pertinente	Analyse des écarts	Mesures proposées pour combler les lacunes
		déplacement physique, la gestion des doléances, etc...	
<p>NP6 : Conservation de la biodiversité et gestion durable des ressources naturelles</p> <p>SO 6 : Conservation des habitats et de la biodiversité, gestion durable des ressources naturelles vivantes</p>	<p>Loi N°014/PR/2008 du 10 juin 2008 portant régime des forêts, de la faune et des ressources halieutiques qui vise la protection du milieu naturel.</p> <p>Un texte d'application identifiée deux listes d'espèces protégées.</p>	<p>La protection de la biodiversité est couverte par les textes réglementaires et les conventions internationales ratifiées par le Tchad dans le domaine. Toutefois les critères d'analyse de caractérisation de la biodiversité et d'évaluation des impacts sont spécifiques à chaque bailleur.</p> <p>Les exigences des bailleurs font appel à la notion d'habitat critique caractérisé selon différents types de critères assez précis selon les bailleurs.</p>	<p>La description de l'état de référence tiendra compte des différents critères adoptés par les différents bailleurs pour la caractérisation de la sensibilité de la biodiversité.</p> <p>Les mesures à prendre en compte tiendront compte de la stratégie : éviter, atténuer, compenser.</p> <p>Une étude sur les Habitats Critiques sera réalisée, et un Plan d'Action Biodiversité sera développé si nécessaire.</p>
<p>NP7 : Population autochtone</p> <p>SO 7 : Groupes vulnérables</p>	<p>Le Tchad a ratifié la Déclaration des Nations Unies sur les Droits des Peuples Autochtones mais n'a pas de loi spécifique pour les peuples autochtones.</p> <p>Deux peuples sont considérés comme autochtones au Tchad : les Peul M'Bororo et les Toubou.</p>	<p>Prise en compte des peuples autochtones dans le processus de développement du projet et la consultation des parties prenantes.</p>	<p>Aucun des peuples autochtones ne se trouve dans la zone du projet.</p>
<p>NP8 : Patrimoine culturel</p> <p>SO 8 : Patrimoine culturel</p>	<p>La loi sur les études d'impact inclue le patrimoine culturel.</p>	<p>La réglementation tchadienne intègre l'évaluation de l'impact sur le patrimoine culturel dans l'étude d'impact environnemental.</p> <p>Cependant les textes ne comprennent pas de réglementation spécifique pour promouvoir la distribution équitable des bénéfices de l'utilisation du patrimoine culturel.</p>	<p>L'analyse du patrimoine culturel sera bien intégrée dans l'EIES et les mesures incluses dans le PGES.</p>
<p>SO 10 : Engagement des parties prenantes et diffusion d'informations</p>	<p>Les textes réglementaires concernant l'engagement des parties prenantes et la diffusion de l'information sont la loi N° 014/PR/98 qui définit les principes généraux de la protection de l'environnement, le décret N°630/PR/PM/MERH/2010 du 04 août 2010 qui réglemente les études d'impact sur l'environnement et qui définit les modalités d'exécution et le contenu de ces études ainsi que l'Arrêté N°041/MERH/SG/CACETALDE/2013 du 09 juillet 2013</p>	<p>La réglementation prévoit un processus de consultation publique qui n'est pas uniquement documentaire. Le ministère de l'environnement est tenu de réaliser des réunions de consultations publiques pour</p>	<p>Un Plan d'Engagement des Parties Prenantes sera réalisé comprenant un mécanisme de gestion des plaintes.</p> <p>Les consultations publiques devront être réalisées selon les</p>

Standards E&S de la SFI et de la BAD	Réglementation tchadienne pertinente	Analyse des écarts	Mesures proposées pour combler les lacunes
	<p>qui porte la réglementation des consultations publiques en matière d'études d'impact sur l'environnement.</p>	<p>recueillir l'avis des populations. Toutefois la présentation systématique des impacts et des enjeux n'est pas systématiquement requise dans les textes. Il semble qu'elle le soit néanmoins dans la pratique.</p> <p>La législation ne prévoit pas l'élaboration d'un plan d'engagement des parties prenantes ni la mise en place d'un mécanisme de gestion des plaintes.</p>	<p>exigences de la NP1 et de la SO10.</p>



5. Identification et évaluation des risques et impacts du projet

5.1 Introduction

Le but de l'EIES est :

- d'identifier et évaluer l'importance des impacts potentiels sur les récepteurs et les ressources identifiés ;
- d'élaborer et décrire les mesures d'atténuation qui seront prises pour éviter ou minimiser les effets négatifs potentiels et améliorer les avantages potentiels ; et
- de rendre compte de l'importance des impacts résiduels qui subsistent après l'atténuation.

Les phases d'examen préalable déterminent les normes environnementales et sociales (E&S) qui s'appliquent au projet et quels impacts sont susceptibles d'entraîner des effets importants.

La phase d'analyse des impacts consiste en une analyse des sources potentielles d'impacts résultant du projet, ainsi qu'une analyse de la sensibilité de l'environnement naturel et humain récepteur.

5.2 Aire d'étude

La délimitation de l'aire d'étude d'un projet ne se limite pas à la stricte emprise du terrain sur lesquels les installations seront réalisées, car les effets fonctionnels peuvent s'étendre au-delà. Afin d'assurer une prise en compte complète des effets positifs et négatifs potentiellement engendrés par le projet, la délimitation des aires d'étude se base sur plusieurs critères: l'emprise des installations sur le sol, l'emprise supplémentaire lors de la phase des travaux le cas échéant, l'emprise nécessaire pour le raccordement au réseau électrique et la réalisation des accès, les limites topographiques du bassin versant du site, les unités paysagères, la biodiversité, l'urbanisme et les activités agricoles et socio-économiques.

La définition de l'aire d'étude du projet est basée sur les résultats des différentes études antérieures et celles réalisées dans le cadre de ce projet ainsi que les enquêtes socio-économiques définissant l'interaction de l'habitat avec le projet de façon à éviter aux mieux les récepteurs sensibles de points de vue environnementaux et sociaux.

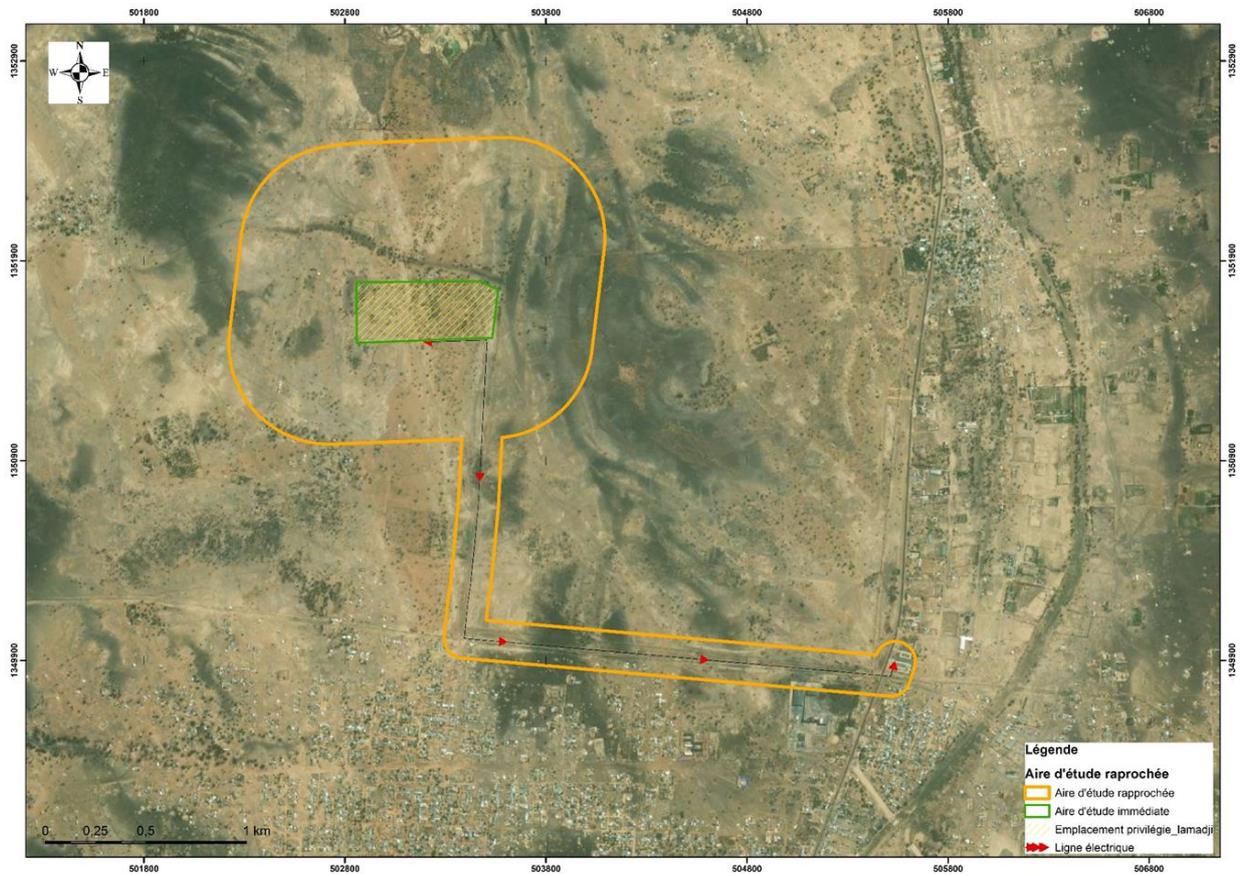
L'analyse environnementale et sociale dans le cadre du projet est effectuée selon le zoning suivant :

- Une **aire d'étude immédiate** correspondant à la zone d'implantation potentielle du site du projet et son accès et ligne électrique de raccordement. L'état initial y est analysé de manière complète. L'aire d'étude immédiate correspond à l'emprise immédiate du projet et le tracé de la piste et de la ligne électrique menant vers le poste de Lamadji.
- Une **aire d'étude rapprochée** autour de l'aire d'étude immédiate. Il s'agit de la zone potentiellement affectée par le projet. L'état initial y est analysé de manière plus ciblée, en recherchant :
 - Les zones qui seront affectées par les émissions atmosphériques ainsi que les nuisances sonores ;
 - Les espèces ou habitats sensibles, les zones de concentration de la faune – flore terrestre et aquatique et les principaux noyaux de biodiversité. Cette analyse s'appuie sur les résultats de la mission de terrain effectuée et les données bibliographiques existantes ;
 - Les zones d'habitats le cas échéant ;
 - Les zones pour lesquelles le projet présentera un impact paysager, notamment vis-à-vis les grands agglomérations et les principaux voies d'accès proches.
- Une **aire d'étude éloignée** qui s'intéresse au cadre naturel et humain du site d'implantation à plus large échelle au niveau de la ville de N'Djamena et du Tchad.

Ces trois (3) aires d'études sont retenues pour la description des composantes des milieux physique, humain et naturel.

La figure ci-dessous présente les périmètres d'études, immédiate et rapprochée.

Figure 20 : Délimitation de la zone d'étude



Source : Google earth – données Qair – Annotations Ginger Burgeap - 2023

5.3 Méthodologie d'identification des impacts

5.3.1 Activités sources de risques et impacts

L'objectif de l'étude d'impact environnemental et social (EIES) est d'identifier et évaluer la sévérité des impacts potentiels sur les récepteurs et ressources identifiés ; élaborer et décrire les mesures d'atténuation qui seront prises pour prévenir ou minimiser tout effet négatif potentiel et optimiser les éventuels bénéfiques ; et communiquer la sévérité des impacts résiduels qui subsisteront une fois les mesures d'atténuation appliquées.

La phase d'évaluation des impacts consiste en une analyse des sources potentielles d'impact associées au Projet, et de la sensibilité des milieux récepteurs naturels et humains. Elle repose sur les données issues :

- Des études de l'environnement et du contexte social à l'état initial (pour déterminer la sensibilité du milieu récepteur) ; et,
- Des interactions avec l'équipe du Projet, pour mettre au point la description du Projet, analyser la manière dont le Projet peut générer des impacts environnementaux et sociaux (E&S), et (le cas échéant) identifier les variantes envisageables au Projet.

Une fois les impacts analysés et les mesures d'atténuation identifiées, ils sont compilés dans un plan de gestion qui pourra être utilisé comme un cadre à la gestion des impacts E&S, tout au long du Projet.

▸ Évaluation de l'intensité de l'impact

Le terme « intensité » couvre toutes les dimensions de l'impact prédit sur les milieux naturel et social, à savoir :

- la nature du changement (quelle ressource ou quel récepteur est affecté et de quelle manière) ;
- l'étendue spatiale de la zone affectée ou la part de la population ou communauté touchée ;
- son étendue temporelle (durée, fréquence, réversibilité) ; et
- le cas échéant, la probabilité d'occurrence d'un impact suite à un phénomène accidentel ou imprévu.

Le tableau ci-après présente les définitions associées à la caractérisation des impacts utilisée dans le cadre de cette étude.

Tableau 6 : Terminologie des caractéristiques des impacts

Intensité des Impacts	
Type	Direct – résultant d'une interaction directe entre le Projet et une ressource/un récepteur. Indirect –résultant d'interactions directes entre le Projet et son environnement, du fait d'interactions survenant par la suite. Induit – impacts issus d'autres activités consécutives au Projet.
Étendue	Locale – impacts limités à la zone du Projet et ses environs. Régionale – impacts ressentis au-delà des zones locales, jusque dans la région étendue. Internationale – impacts ressentis à l'échelle internationale, affectant donc un autre pays.
Durée	Temporaire – impacts de courte durée, de l'ordre de quelques heures à plusieurs semaines. À court terme – impacts prévus pour durer uniquement au cours des opérations de forage ou de construction (jusqu'à environ 2 ans). À moyen terme – impacts prévus pour durer entre deux ans et la fin du Projet (25 ans). À long terme – impacts prévus d'une durée supérieure à celle du Projet mais qui cesseront dans le temps. Permanent – impacts causant un changement permanent sur le récepteur ou la ressource affecté(e) et se prolongeant bien au-delà de la durée de vie du Projet.
Fréquence	Continue – impacts se produisant fréquemment ou de manière continue. Intermittente – impacts occasionnels ou apparaissant uniquement dans des circonstances spécifiques.
Probabilité*	Peu probable – évènement peu probable mais pouvant avoir lieu durant le Projet. Possible – évènement susceptible de se produire à un moment donné au cours du Projet.

Intensité des Impacts	
	Probable – le phénomène se produira au cours du Projet (par exemple il est inévitable).

* pour les phénomènes imprévus uniquement.

L'intensité évalue le changement prédit sur la ressource ou le récepteur. Une évaluation de l'intensité générale d'un impact prend donc en compte toutes les dimensions de l'impact pour déterminer si celui-ci est d'une intensité **négligeable, faible, moyenne** ou **forte**.

5.3.2 Composantes environnementales qui seront impactées

Les composantes environnementales impacts concernent le milieu physique, naturel et humain.

Pour chacune des composantes, des récepteurs sensibles seront identifiés avec la caractérisation de la sensibilité du récepteur.

La **qualité** ou l'**importance** d'une ressource ou d'un récepteur sera déterminée en tenant compte par exemple de sa désignation nationale ou internationale, son importance pour la communauté locale ou plus étendue, ses services éco systémiques et sa valeur économique. L'évaluation de la **sensibilité** des récepteurs humains, tiendra compte de leurs réactions probables au changement et leur capacité à s'adapter et à gérer les effets de l'impact.

La sensibilité, la vulnérabilité et l'importance des ressources et récepteurs sont évaluées sur la base des données relatives à l'environnement à l'état initial. Le cas échéant, des critères spécifiques d'évaluation de la sensibilité sont présentés dans les sections pertinentes de l'évaluation des impacts.

La caractérisation de la **sensibilité du récepteur** est :

- *Négligeable* - imperceptible ou très localisé
- *Faible* – perceptible mais localisé
- *Modérée* – changement permanent perceptible et relativement étendu ou changement récurrent très perceptible, réversible à moyen ou long terme
- *Forte* - changement étendu évident et irréversible ou changement récurrent très perceptible, uniquement réversible à long terme

► Sensibilité/Vulnérabilité/Importance des ressources et récepteurs

La **sévérité** des impacts résultant d'un impact d'une **intensité** donnée, dépendra des caractéristiques des ressources et récepteurs en fonction de leur **sensibilité, vulnérabilité** et **importance**.

La **qualité** ou l'**importance** d'une ressource sera déterminée en tenant compte par exemple de sa désignation nationale ou internationale, son importance pour la communauté locale ou plus étendue, ses services éco systémiques et sa valeur économique. L'évaluation de la **sensibilité** des récepteurs humains, tiendra compte de leurs réactions probables au changement et leur capacité à s'adapter et à gérer les effets de l'impact.

La sensibilité, la vulnérabilité et l'importance des ressources et récepteurs sont évaluées sur la base des données relatives à l'environnement à l'état initial. Le cas échéant, des critères spécifiques d'évaluation de la sensibilité sont présentés dans les sections pertinentes de l'évaluation des impacts.

La caractérisation de la **sensibilité du récepteur** est :

- *Négligeable* - imperceptible ou très localisé
- *Faible* – perceptible mais localisé
- *Modérée* – changement permanent perceptible et relativement étendu ou changement récurrent très perceptible, réversible à moyen ou long terme
- *Forte* - changement étendu évident et irréversible ou changement récurrent très perceptible, uniquement réversible à long terme

5.3.3 Évaluation de l'importance des impacts

Toute activité humaine impose un certain changement sur les milieux naturel et social, du fait des interactions physiques avec les systèmes naturels ou avec d'autres activités humaines. Afin de fournir des informations aux décideurs et autres parties prenantes quant à l'importance des différents impacts du Projet, l'approche adoptée et de procéder à une évaluation de la sévérité de chaque changement.

Il n'existe aucune définition réglementaire de la **sévérité ou l'importance** d'un impact. Ainsi, dans le cadre de l'EIES, l'évaluation de la sévérité des impacts s'appuie sur les jugements professionnels de l'équipe en charge de l'EIES à l'aide de critères objectifs quand ceux-ci sont disponibles, et normes légales, politiques gouvernementales nationales et régionales, bonnes pratiques sectorielles reconnues et opinions des parties prenantes concernées. Quand aucune norme spécifique n'est disponible ou que celles-ci n'apportent pas suffisamment d'informations pour déterminer la sévérité des impacts, l'évaluation prendra en compte l'intensité de l'impact ainsi que la qualité, l'importance ou la sensibilité de la ressource ou du récepteur affecté(e).

L'**intensité** de l'impact et la **qualité/l'importance/la sensibilité** du récepteur sont évaluées conjointement pour déterminer si un impact est sévère ou non et dans l'affirmative, son degré de **l'importance** (défini comme *Mineur, Modéré ou Majeur*). Les impacts jugés *Négligeables* incluent ceux qui sont légers ou transitoires, et ceux de l'ordre des changements environnementaux et sociaux naturels. Ce principe est illustré schématiquement ci-après.

Tableau 7 : Matrice d'évaluation de l'importance des impacts

		Sensibilité/Vulnérabilité/Importance de la ressource/du récepteur			
		Insignifiante	Faible	Moyenne	Forte
Intensité de l'impact	Négligeable	Insignifiante	Négligeable	Négligeable	Négligeable
	Faible	Insignifiante	Négligeable	Mineure	Modérée
	Moyenne	Insignifiante	Mineure	Modérée	Majeure
	Forte	Insignifiante	Modérée	Majeure	Majeure

La caractérisation de l'intensité des impacts correspond au degré de la perturbation subie par le récepteur :

- *Négligeable* – aucun changement perceptible
- *Faible* – changement perceptible mais aucune modification de l'environnement ou des activités humaines
- *Modéré* – modification perceptible mais l'environnement ou les activités humaines n'en pâtiront pas à long terme
- *Forte* - l'environnement ou l'activité humaine est touchée à moyen ou long terme

La caractérisation de l'importance des impacts est donnée ci-après :

- Un impact est négligeable quand une ressource/un récepteur (y compris des personnes) n'est affecté(e) d'aucune manière par une activité particulière ou quand l'effet prévu est jugé 'imperceptible' ou impossible à distinguer du bruit de fond naturel.
- Un impact est mineur quand une ressource/un récepteur est affecté(e), mais que l'intensité de l'impact est suffisamment faible pour rester dans les limites des normes applicables (à savoir réglementations et directives applicables) ou en l'absence de normes applicables, quand la sensibilité/vulnérabilité/importance de la ressource/du récepteur est faible.
- Un impact est modéré quand son intensité reste dans les limites des normes en vigueur, mais se situe entre un seuil sous lequel l'impact est mineur et un niveau susceptible d'être à la limite d'une infraction légale. Pour les impacts modérés, il convient de réduire les impacts à un niveau aussi bas que raisonnablement possible (ALARP pour *as low as reasonably practicable* en anglais). Ceci ne signifie pas nécessairement que des impacts dits 'modérés' doivent être réduits en impacts mineurs, mais qu'ils soient gérés de manière efficace et effective.

- Un impact est majeur quand les limites acceptables ou normes admissibles sont susceptibles d'être dépassées ou des impacts de forte intensité peuvent affecter des ressources/récepteurs de qualité/importance/sensibilité importante. L'un des objectifs de l'EIES est d'arriver à une configuration où le Projet n'est associé à aucun impact résiduel majeur, ou à aucun impact qui subsisterait sur le long terme long terme ou sur une étendue importante. Toutefois, pour certains aspects, il peut exister des impacts résiduels majeurs, une fois toutes les possibilités d'atténuation épuisées (un niveau aussi bas que raisonnablement possible est alors appliqué). Il peut s'agir par exemple de l'impact visuel d'une installation. Les régulateurs et parties prenantes doivent alors pondérer ces facteurs négatifs par rapport aux aspects positifs comme l'emploi, dans le cadre du processus de décision du Projet

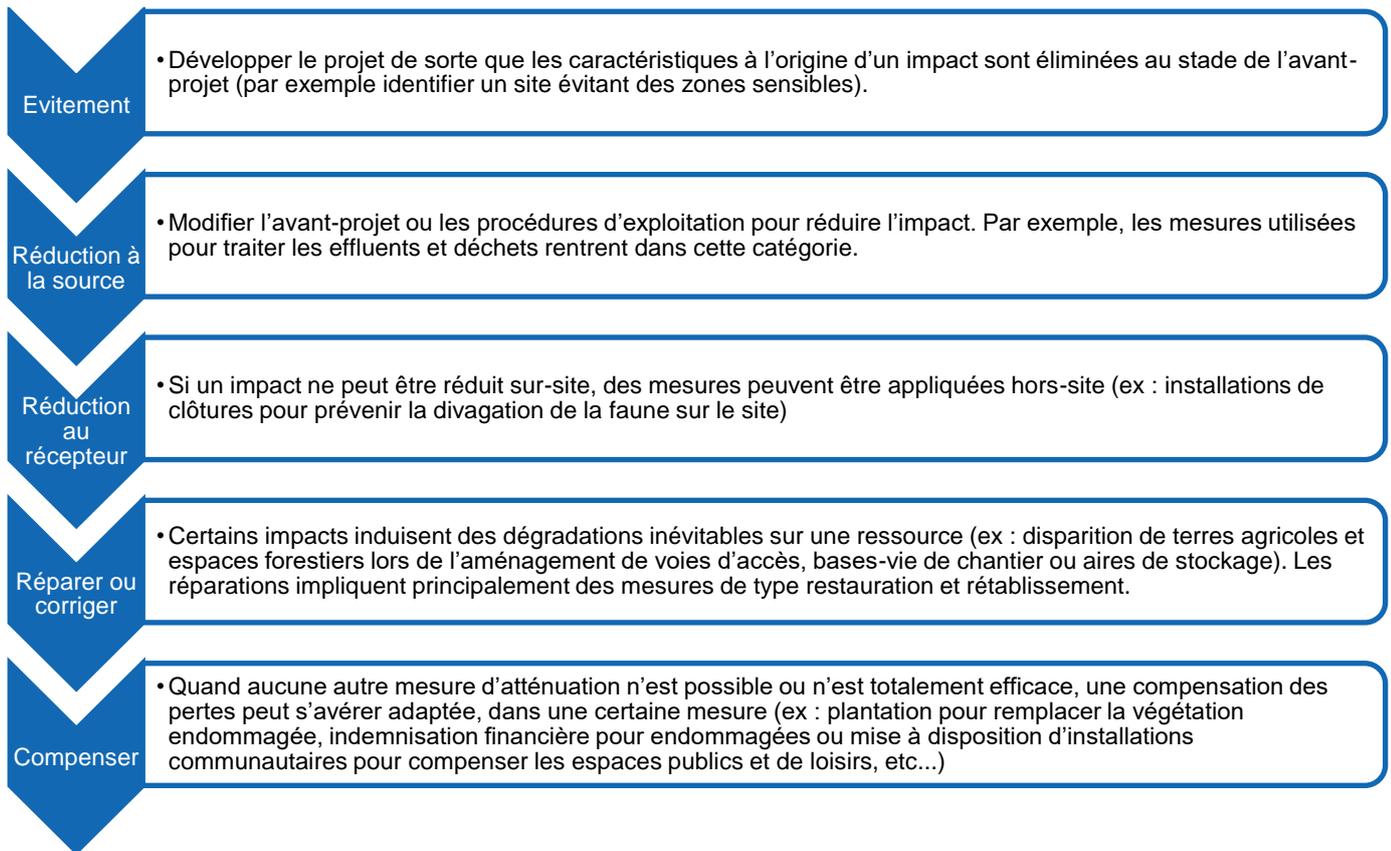
5.3.4 Mesures d'atténuation

L'évaluation des impacts a pour but de s'assurer que les décisions relatives au Projet prennent en compte ses impacts probables sur l'environnement et la société, mais également d'identifier les mesures susceptibles d'être prises pour garantir que les impacts soient aussi faibles que possible d'un point de vue technique et financier.

Pour les impacts initialement évalués par Ginger Burgeap comme étant d'importance *Majeure*, une modification de l'avant-projet est généralement nécessaire pour les éviter, les réduire ou les atténuer, et leur sévérité devra ensuite être de nouveau évaluée. Pour les impacts jugés de sévérité *Modérée*, en fonction des besoins, les mesures d'atténuation envisagées, celles retenues et le motif de leur sélection (ex : en termes de faisabilité technique et de bilan coûts/avantages) sont exposés. Les impacts jugés de sévérité *Mineure* sont habituellement maîtrisés par le biais de bonnes pratiques sectorielles, plans et procédures d'exploitation.

En conformité avec les bonnes pratiques et les exigences des standards de performance environnementale et sociale, la stratégie de l'identification des mesures d'atténuation doit suivre la hiérarchie tel que présenté dans le schéma ci-dessous.

Figure 21 : Stratégie d'atténuation



5.3.5 Évaluation de l'impact résiduel

Le degré de sévérité attribué aux impacts résiduels indique le niveau d'importance qui doit être associé à chaque impact, dans le cadre du processus de décision du Projet.

Les impacts résiduels de sévérité **Majeure**, qu'ils soient positifs ou négatifs, sont jugés comme ayant un poids substantiel, par rapport à d'autres coûts et avantages environnementaux, sociaux et économiques ; des conditions devront être imposées pour maîtriser et, le cas échéant, surveiller les impacts négatifs et fournir des bénéfices

Les impacts résiduels de sévérité **Modérée** sont considérés comme ayant une importance réduite dans le processus de décision, mais demandant une attention particulière concernant l'atténuation et le suivi, afin de s'assurer que des mesures d'atténuation adaptées (d'un point de vue technique et financier) sont mises en œuvre et des bénéfices sont obtenus.

Les impacts résiduels de sévérité **Mineure** sont portés à l'attention des décideurs, mais identifiés comme ayant peu, voire aucun poids dans le processus de décision ; ils seront atténués à l'aide de bonnes pratiques, et un suivi pourra être requis pour confirmer que les impacts sont tels que prédits.

Les impacts résiduels de sévérité **Négligeable** n'ont aucun impact dans le processus de décision et ne demandent pas d'attention particulière concernant l'atténuation et le suivi.

5.4 Évaluation des impacts au cours des différentes phases

Afin de se conformer avec les normes Environnementales et Sociales de la SFI, le Système de Sauvegarde Intégré (SSI) de la Banque Africaine de Développement (BAD), les bonnes pratiques de l'évaluation environnementale, l'étude d'impact environnementale et sociale du présent projet permettra d'évaluer les différentes sources d'impact provenant de l'ensemble des activités du projet et des installations prévues lors

des différentes phases du projet qui sont susceptibles d'engendrer des modifications de l'environnement. Il s'agit notamment :

- Phase d'aménagement du site du projet (défrichage, mise en place de la clôture, mise en place du chantier) ;
- Phase de construction (nivellement du site, mise en place des voies de circulation, mise en place du réseau de drainage, mise en place des supports des panneaux, installation des panneaux, réalisation du réseau électrique, mise en place des pylônes et des câbles de la ligne électrique, etc...) ;
- Phase d'exploitation et d'entretien (Lavage des panneaux, maintenance des installations électriques, nettoyage de la végétation sous panneaux, etc.) ;
- Phase de démantèlement (enlèvement des panneaux et des structures de support, enlèvement des câbles et des installations électriques, etc.).

Les états de référence réalisés ont permis d'identifier les différents enjeux environnementaux et sociaux vis-à-vis des récepteurs sensibles. Cette première évaluation, a permis de prendre en compte ces enjeux dans la phase de conception du projet.

En effet, les composantes des milieux récepteurs analysés au cours de l'étude sont les composantes physiques, biologiques et socio-économiques. Les sources d'impacts comprennent toutes les activités susceptibles d'avoir un effet direct ou indirect sur une ou plusieurs composantes du milieu récepteur. La nature de l'impact représente l'effet de l'impact sur la composante du milieu.

L'ensemble de ces activités produiront aussi bien des impacts négatifs que positifs sur le milieu d'insertion du projet qu'il conviendra d'analyser afin de proposer des mesures.

5.5 Évaluation de l'impact cumulatif

La détermination des risques et des impacts environnementaux et sociaux du projet concernera non seulement les impacts directs ou indirects liés à ces différentes activités, mais également l'ensemble des impacts cumulatifs qui pourront avoir lieu suite à la mise en place du projet.

L'évaluation des impacts cumulatifs concerne l'effet cumulé sur les zones ou les ressources utilisées ou directement affectées par le projet ainsi que d'autres projets de développement existants, planifiés, ou raisonnablement définis au moment du processus d'identification des risques et impacts.

6. Climat et qualité de l'air

6.1 Introduction

Ce chapitre décrit les conditions de la qualité de l'air existantes sur le site du projet et les impacts potentiels qui pourraient survenir, à la suite de la construction et de l'exploitation du parc solaire, et de ses composantes annexes. Ce chapitre identifie également les mesures qui seront mises en place afin d'atténuer ces impacts dégagés. L'évaluation des impacts est mesurée par rapport aux normes nationales tchadiennes aux normes et directives internationales applicables.

6.2 Méthodologie

Le processus d'évaluation de l'impact du projet sur la qualité de l'air comprend une analyse documentaire et réglementaire pour recueillir des informations de base sur la qualité de l'air locale.

Les conditions de référence sont basées sur les données climatologiques existantes ainsi que sur les données de la qualité de l'air issues du rapport mondial de la qualité de l'air pour l'année 2022¹.

L'évaluation des différentes sources d'émissions atmosphériques est réalisée de manière qualitative.

6.3 État de référence

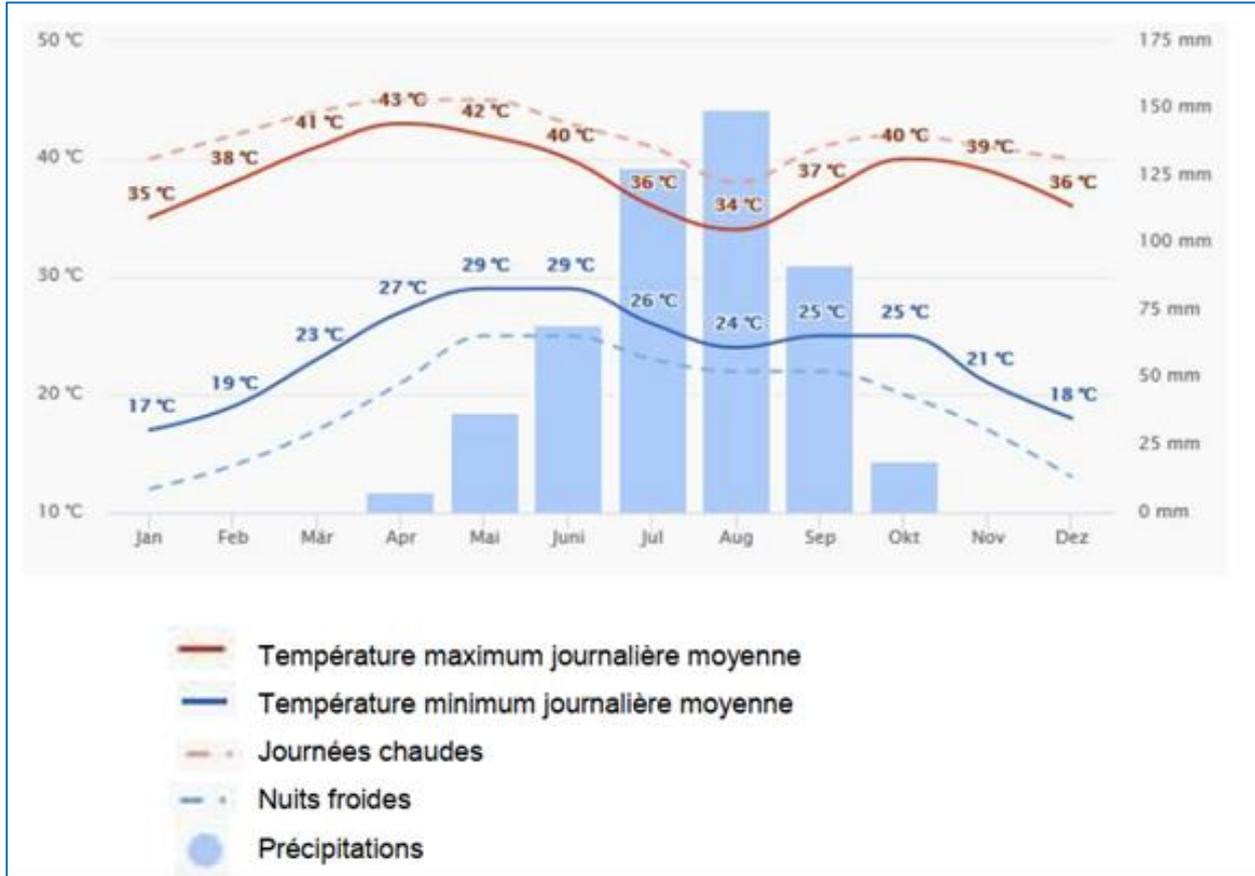
► Contexte climatique général

Le site de Lamadji est localisé à N'Djamena, dans une zone du Sahel, caractérisée par une alternance de saison sèche et de saison des pluies. Le mécanisme de saisons au Tchad s'explique par le phénomène de mousson qui n'est rien d'autre que le déplacement au cours de l'année de deux masses d'air. Ce sont ces masses d'air qui sont les facteurs fondamentaux du climat. La situation météorologique de N'Djamena dépend de l'anticyclone des Açores et de l'anticyclone de Sainte Hélène. Ces deux masses d'air se convergent et forment un Front Intertropical selon la direction Sud-ouest vers le Nord-est, il est à l'origine de l'arrivée de la pluie mais l'inverse (direction Nord-est vers Sud-ouest) déclenche la saison sèche.

Dans la région de N'Djamena, la saison des pluies dure en moyenne d'avril à octobre tandis que la saison sèche dure de novembre à mars. Une grande partie des précipitations annuelles moyennes tombent lors de la saison des pluies, laquelle peut toutefois être complètement absente lors de certaines années. Le climat est de type steppe et les précipitations annuelles sont relativement faibles, à savoir environ 500 mm maximum. Le mois le plus sec est celui de janvier (0 mm de précipitations en moyenne). Le mois le plus riche en précipitations est celui d'août avec > 150mm. Les températures les plus élevées sont enregistrées en avril et mai, au cours desquels elles dépassent les 40°C en journée. Les températures les plus faibles sont enregistrées au mois de janvier ; elles s'élèvent à 35°C en moyenne en journée et retombent à 17 °C en moyenne la nuit (Figure 22).

¹ <https://www.iqair.com/fr/world-air-quality-report>

Figure 22 : Température et précipitation moyennes à N'Djamena

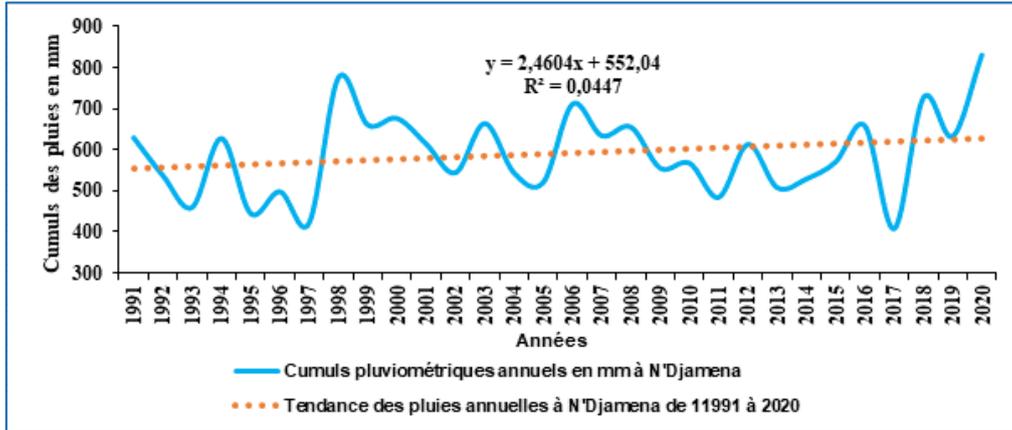


Source : Meteoblue

► **Évolution de la pluviométrie en fonction des températures**

La ville de N'Djamena est caractérisée par un climat de type tropical semis aride avec une pluviométrie qui débute au mois de mai et finit en fin septembre (environ 4 mois). Les mois de juillet et août sont les mois les plus pluvieux avec des cumuls mensuels qui varient de 150 à 200mm. Les cumuls saisonniers moyens des pluies varient autour de 500 à 700mm. La variation interannuelle de la pluviométrie à N'Djamena est marquée par une alternance d'années sèches et humides avec une tendance à la hausse durant toute la période (Figure 23).

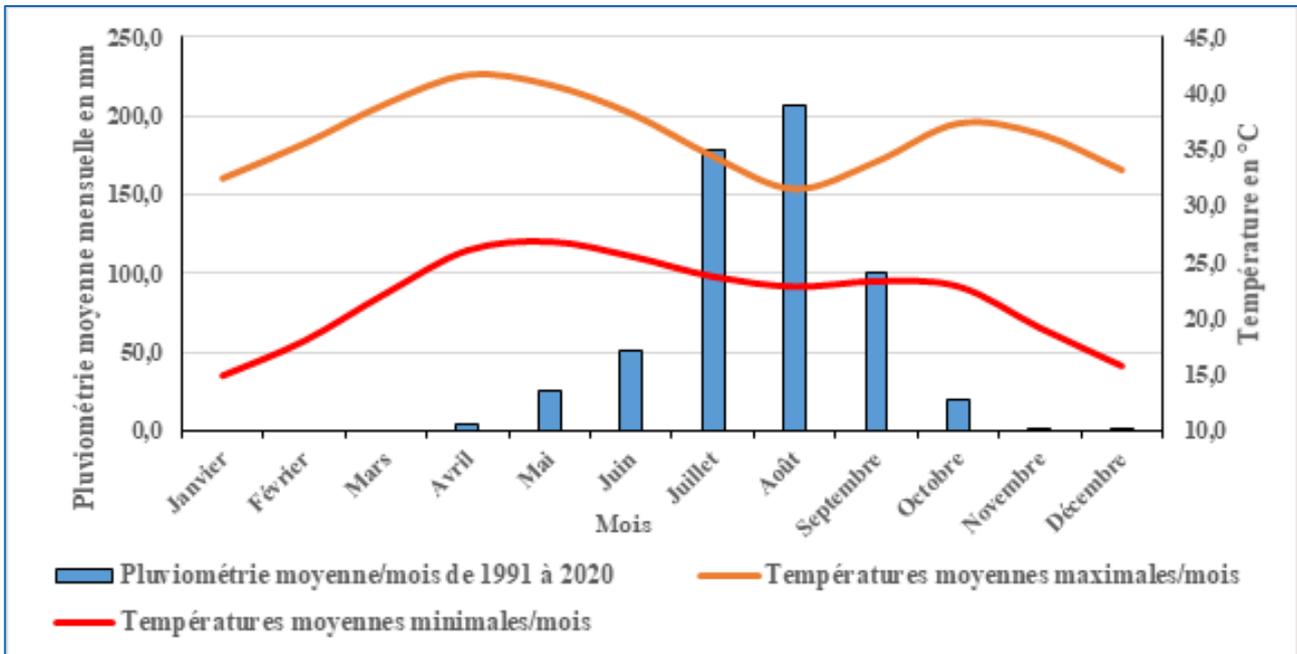
Figure 23 : Variation interannuelle de la pluviométrie à N'Djamena de 1991 à 2020



Source : ANAM

Les températures maximales journalières moyennes varient de 32°C à 42°C. Les mois de mars, avril, mai et juin sont les mois les plus chauds de l'année avec les maximales qui varient de 38 à 42°C. Par contre les mois de janvier, février et décembre sont les mois les moins chauds de l'année avec les minimales variant entre 15 à 18°C, de même les mois pluvieux sont relativement moins chauds avec les températures variant entre 25 à 30°C (Figure 24).

Figure 24 : Courbe ombro-thermique de N'Djamena de 1991-2020



Source : ANAM

► **Les vents**

On distingue deux types de vents sur le Site : la mousson et l'harmattan. Pendant la saison sèche, c'est l'harmattan qui souffle en permanence en soulevant les nuages de poussières desséchant considérablement la nature et les hommes. L'harmattan, en provenance du Sahara, souffle dans la direction Nord-est vers le

Sud-ouest. Durant la saison des pluies, ce sont les vents de mousson qui apportent de la pluie. Les vents de mousson soufflent dans la direction Sud-ouest vers le Nord-est (Figure 26). Le vent est un paramètre climatique qui souffle toute l'année avec des vitesses situées entre 12 km/heure et 19 km/heure (Figure 25). Les vents forts accompagnés des orages en début et fin de saison font énormément des dégâts sur l'environnement et les matériels de construction.

Figure 25 : Vitesse moyenne mensuelle du vent à N'Djamena

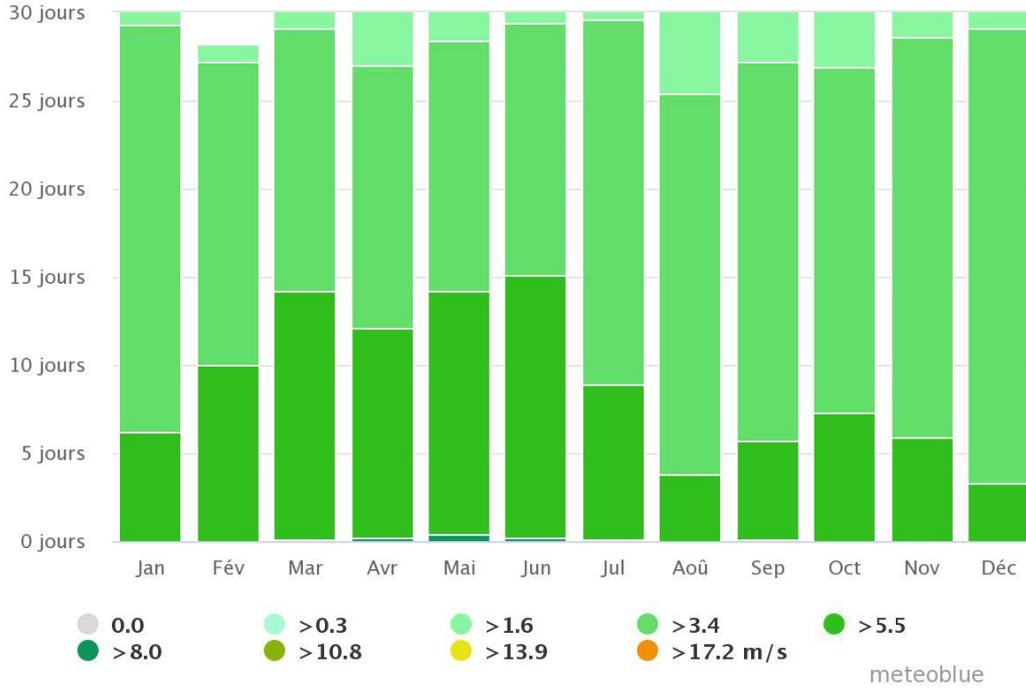
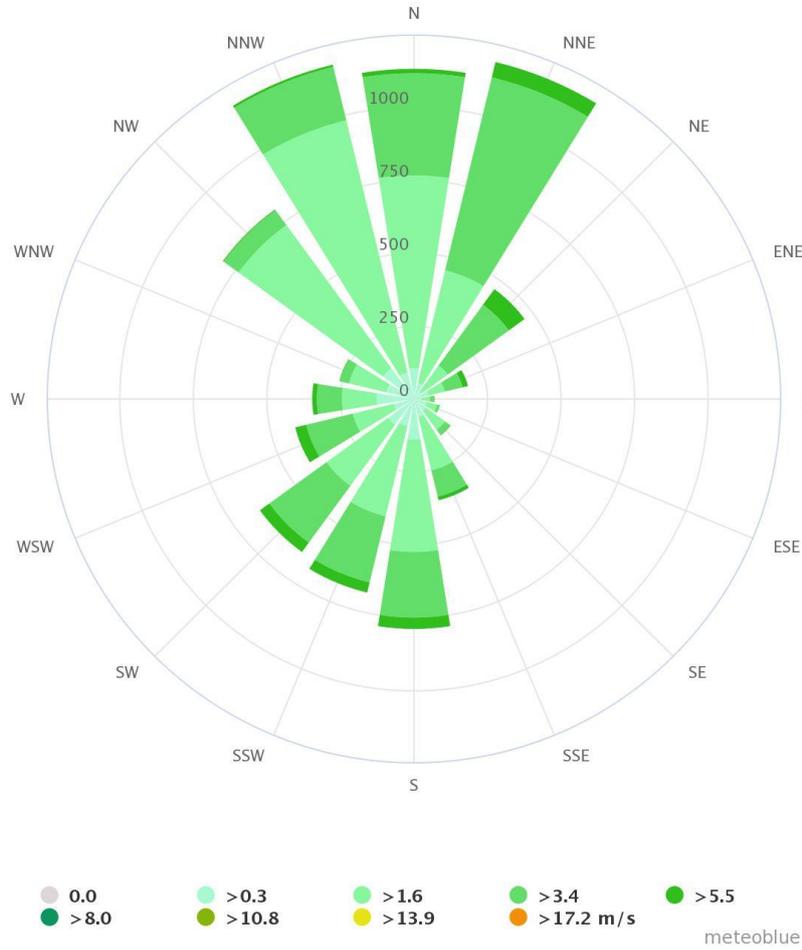


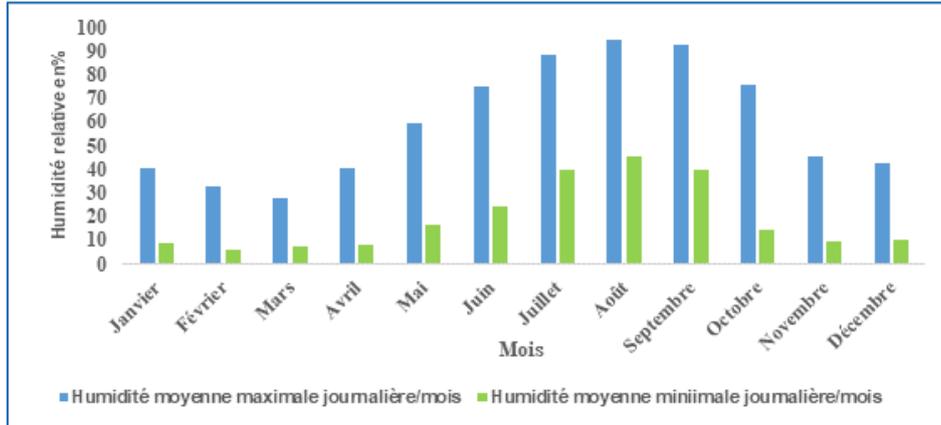
Figure 26 : Direction des vents à N'Djamena



► **Évolution de l'Humidité relative moyenne journalière**

L'atmosphère à N'Djamena est chargée d'humidité pendant les mois de pluies, l'humidité varie entre 60 à 90%, alors que pendant la saison sèche, l'air est faiblement chargé de l'humidité. Elle varie sensiblement entre 10 à 30% pendant les mois secs de l'année (Figure 27).

Figure 27 : Variation de l'humidité relative de l'atmosphère à N'Djamena de 1991 à 2020

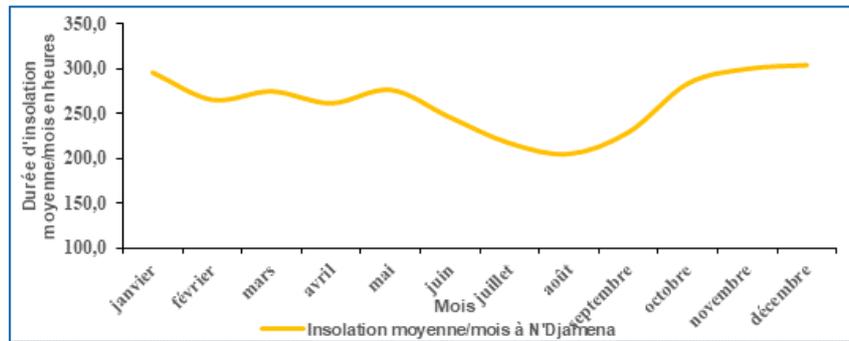


Source : ANAM

► **Évolution de la durée d'insolation à N'Djamena**

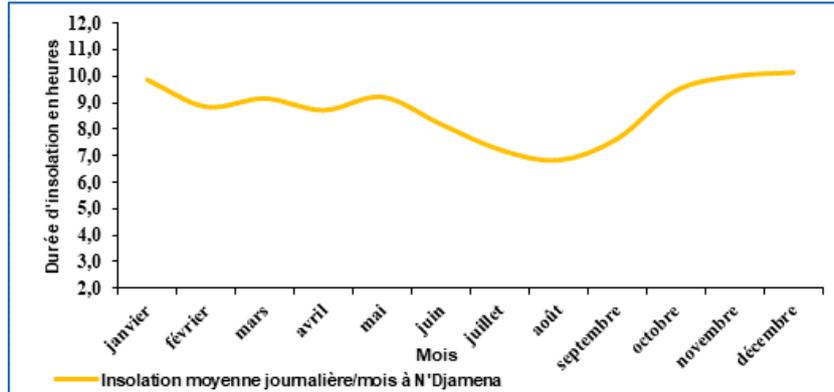
À N'Djamena, le soleil brille en moyenne 7 à 10 heures par jour soit 250 à 300 heures en moyenne dans le mois. La forte durée d'insolation s'observe pendant les mois de janvier à mai et les mois d'octobre à décembre de l'année. Il y a moins d'heures d'insolation pendant les mois pluvieux à cause de la fréquence des nuages cumuliformes qui couvrent le ciel parfois toute la journée. De même, la brume de poussière réduit la durée de l'insolation en décembre et janvier de certaines années (Figure 28 et Figure 29).

Figure 28 : Évolution de la durée d'insolation moyenne/mois de 1991 à 2020



Source : ANAM

Figure 29 : Évolution de la durée d'insolation moyenne journalière/mois de 1991 à 2020



Source : ANAM

► **Qualité de l'air**

La ville de N'Djamena fait partie des villes au monde où la concentration moyenne annuelle en particules fines (PM 2,5) est une des plus élevées : 89,7 µg/m³ en 2022 alors que la valeur guide recommandée de l'OMS² est de 5 µg/m³ (cette valeur était de 10µg/m³ dans les précédentes lignes directrices de 2005). La concentration est très fortement élevée durant la période de l'harmattan. Les niveaux élevés de PM 2,5 sont dûs aux tempêtes de sable.

Les sources de pollution atmosphérique les plus proches du site sont :

- La circulation sur la route de 20 mètres à environ 1,6 km
- La cimenterie CIMAF située à environ 2,8 km.

6.4 Récepteurs sensibles

Conformément aux bonnes pratiques internationales, l'évaluation des récepteurs sensibles doit s'étendre jusqu'à 500 m de la limite du site pour les récepteurs humains et écologiques (Holman et al, 2014³), en raison de la distance typique de dispersion de la poussière. L'évaluation d'autres polluants (par exemple les gaz d'échappement gazeux) nécessitera une zone d'évaluation plus petite (~ 200 m) comme suggéré par Bignal, K. et al, 2004, avant que les émissions ne puissent être distinguées des concentrations de fond.

Pour le présent projet, les récepteurs sensibles sont avant tout les travailleurs durant les phases de construction et d'exploitation, ensuite viennent les habitants limitrophes qui fréquentent ponctuellement la zone du projet. La qualité de l'air ambiant est aussi un récepteur sensible.

Tableau 8 : Qualité de l'air - Sensibilité des récepteurs

Récepteur	Sensibilité	Justification
Les ménages situés à la limite nord du projet.	Forte	Les ménages situés en limite nord du projet seront impactés par les émissions atmosphériques liées aux activités de construction (poussières et émissions des engins de chantier). Compte tenu de la forte proximité de la limite du projet, la sensibilité est forte.
Les habitants du village Achawaïl au Sud-Ouest du site.	Moyenne	Le village de Achawaïl est situé au sud-est du site. Le centre du village est situé à environ 600 mètres du projet, cependant les maisons les plus proches (4 maisons) sont situées à 200 mètres de la limite sud du projet.

² Source : Lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air : particules (PM2,5 et PM10), ozone, dioxyde d'azote, dioxyde de soufre et monoxyde de carbone. Résumé d'orientation - 2021

³ <https://iaqm.co.uk/text/guidance/construction-dust-2014.pdf>

Récepteur	Sensibilité	Justification
		Compte tenu de la distance, la sensibilité est moyenne.
Les habitants situés le long de la route de 20 mètres	Faible	Quelques habitations sont situées le long de la route de 20 mètres allant du poste au coin sud-est du cimetière. Ces habitants seront impactés par les émissions atmosphériques liées au trafic additionnel de véhicules et par les travaux de mise en place des pylônes de la ligne électrique. Le nombre d'habitations est faible, la sensibilité est faible.
Travailleurs du chantier	Forte	Les travailleurs connaîtront des émissions provenant de la machinerie lourde et des générateurs, ainsi que des émissions de poussière accrues. L'exposition humaine aux polluants atmosphériques peut avoir des effets sur la santé, principalement au niveau du système respiratoire. Les travailleurs du site sont considérés comme des récepteurs de sensibilité forte.

6.5 Impacts et mesures en phase des travaux

6.5.1 Impacts

6.5.1.1 Description des impacts

Les travaux de terrassement et de construction du parc solaire et de la mise en place de la ligne électrique induiront temporairement la production de gaz d'échappement supplémentaire et des poussières soulevées par les véhicules et les engins, circulant au niveau du chantier et le long du tracé de la ligne électrique. Compte tenu de la topographie du secteur, peu de travaux de terrassement sont nécessaires pour la mise à niveau du site.

- **Poussières causées par les travaux de préparations du site**

Les poussières résultant des activités de construction sont généralement constituées de particules de grand diamètre, qui se déposent rapidement et à proximité de la source de production, par exemple dans un rayon de 500 m par temps calme. Pour des poussières de grande taille ($> 100 \mu\text{m}$), la zone de dépôt est de 150 mètres en cas de vent de 10km/h et de 400 mètres pour des vents de 30 km/h⁴. Les particules fines (PM 10 et PM 2,5) ont des rayons de dispersion beaucoup plus importants, plusieurs kilomètres pour des vents supérieurs à 10 km/h. Les sols du site argileux à sablo-argileux sont susceptibles de mettre en suspension des particules fines par absence de couverture végétale et sous l'effet de l'érosion éolienne.

La dispersion de la poussière dépend des conditions météorologiques ; des conditions sèches avec des vitesses de vent élevées entraîneraient une production excessive de poussière, tandis que des conditions humides et des vitesses de vent faibles empêcheraient la production de poussière. Compte tenu des caractéristiques du site et du climat de la zone : saison sèche importante avec des vents supérieurs à 19 km/heure, la migration des poussières est fort probable. Durant la saison sèche, les vents soufflent du Nord-est vers le Sud-ouest dans la direction des habitants du village d'Achawaïl. Cependant seules les premières maisons situées à 200 mètres sont les plus sensibles.

Les poussières fines étant déjà très importantes au niveau de la qualité de l'air local, la mise en suspension et la migration de ces poussières fines liées aux travaux du site aura un impact faible.

- **Poussières causées par le mouvement des camions et transport des matériaux**

Le déplacement des véhicules sur des surfaces non goudronnées va engendrer des poussières au niveau des routes d'accès non revêtues et sur le site.

⁴ Source : Carrières, poussières et environnement, UNICEM 2011.

Les camions non confinés et/ou non bâchés peuvent subir des pertes de matériaux lorsque le confinement n'est pas efficace (déversements), ou lorsque le vent ou d'autres turbulences de l'air peuvent perturber le contenu et entraîner la dispersion des matières. De tels impacts ont le potentiel de dégrader la qualité de l'air local dans la zone immédiate de ces mouvements si des particules sont en suspension.

- **Les émissions gazeuses et particules des véhicules et des équipements**

Les véhicules et les équipements qui fonctionnent avec un combustible liquide (fuel, diesel, etc.) induiront des émissions des gaz et des particules dans l'air, à cause de la combustion des combustibles fossiles. Ces véhicules et équipements comprennent, mais ne se limitent pas à :

- Niveleuses ;
- Camions ;
- Moyens de levage ;
- Générateurs, etc

Les impacts de la qualité d'air en relation avec l'utilisation des véhicules et équipement ci-dessus, sont généralement petits. De même, l'équipement utilisé sur le site est relativement récent et bien entretenu, ce qui rend ces impacts peu probables.

Lorsqu'il y a plusieurs véhicules ou équipement en fonctionnement, le potentiel d'impacts cumulatifs provenant de la combinaison de ces émissions augmente.

- **Les émissions des Composés Organiques Volatils (COV)**

L'utilisation des combustibles, des solvants et d'autres substances volatiles est nécessaire durant la phase de construction. Si elles ne sont pas correctement contenues, ces substances peuvent entraîner la dispersion d'émissions volatiles dans le bassin atmosphérique local. Cependant, ces substances seront stockées dans une zone de dépôt. De même, les impacts potentiels sont limités à la zone immédiate.

Le tableau suivant résume les niveaux des impacts prévus des différentes sources sur les récepteurs sensibles proches :

Tableau 9 : Qualité de l'air – Intensité des impacts en phase de construction

Impact	Intensité	Justification
Dégradation de la qualité de l'air par l'augmentation du niveau de poussières résultant du terrassement et des activités sur le site	Moyenne	Les activités de terrassement et de nivellement du site vont se dérouler sur une période relativement courte mais potentiellement pendant les saisons sèches où les vents sont importants. L'impact est direct, local, temporaire, intermittent et probable. L'intensité est donc potentiellement moyenne.
Dégradation de la qualité de l'air par l'augmentation du niveau de poussières émises par les véhicules	Moyenne	Le nombre de véhicules pour la construction y compris les véhicules pour le transport du personnel va être important. Ils vont circuler sur des voies non revêtues générant plus de poussières. L'impact est direct, local, temporaire, intermittent et probable. L'intensité est moyenne.
Dégradation de la qualité de l'air par l'augmentation du niveau des émissions de gaz et des particules	Moyenne	Les véhicules et engins seront en nombre important pour la construction y compris les véhicules de transport du personnel. Le chantier comprendra également un générateur pour l'alimentation électrique. L'impact est

Impact	Intensité	Justification
par les véhicules et générateurs.		direct, local, temporaire, intermittent et probable. L'intensité est moyenne.
Dégradation de la qualité de l'air par l'augmentation du niveau des émissions de COV et autres substances volatiles dangereuses émises lors de la combustion et par la présence potentielle de solvants sur site	Faible	Les émissions de COV sont liées à l'utilisation de combustibles et de certains solvants le cas échéant. L'impact est direct, local, temporaire, intermittent et possible. L'intensité est faible.

6.5.1.2 Evaluation des impacts

Tableau 10 : Qualité de l'air – Importance des Impacts en phase de construction

Impact	Intensité	Récepteur	Sensibilité	Importance de l'impact
Dégradation de la qualité de l'air par l'augmentation du niveau de poussières résultant du terrassement et des activités sur le site	Moyenne	Ménages au nord du projet	Forte	Majeure
	Moyenne	Habitants de Achawaïl au sud-ouest du projet	Moyenne	Modérée
	Moyenne	Habitants le long de la route de 20	Faible	Mineure
	Moyenne	Travailleurs sur site	Forte	Majeure
Dégradation de la qualité de l'air par l'augmentation du niveau de poussières émises par les véhicules	Moyenne	Ménages au nord du projet	Forte	Majeure
	Moyenne	Habitants de Achawaïl au sud-ouest du projet	Moyenne	Modérée
	Moyenne	Habitants le long de la route de 20	Faible	Mineure
	Moyenne	Travailleurs sur site	Forte	Majeure
Dégradation de la qualité de l'air par l'augmentation du niveau de des émissions de gaz et des particules par les véhicules et générateurs.	Moyenne	Ménages au nord du projet	Forte	Majeure
	Moyenne	Habitants de Achawaïl au sud-ouest du projet	Moyenne	Modérée
	Moyenne	Habitants le long de la route de 20	Faible	Mineure
	Moyenne	Travailleurs sur site	Forte	Majeure
Dégradation de la qualité de l'air par l'augmentation du niveau des émissions des COV et autres substances volatiles dangereuses émises lors de la combustion des hydrocarbures et par la présence potentielle de solvants sur site	Faible	Ménages au nord du projet	Forte	Modérée
	Faible	Habitants de Achawaïl au sud-ouest du projet	Moyenne	Mineure
	Faible	Habitants le long de la route de 20	Faible	Négligeable
	Faible	Travailleurs sur site	Forte	Modérée

6.5.2 Mesures d'atténuation

Tableau 11 : Qualité de l'air – Mesures d'atténuation en phase de construction

Impact	Mesures de mitigation	Responsabilité	Calendrier
	Des équipements de protection individuelle (EPI), tels que des masques, seront fournis à tous les travailleurs si nécessaire. Une attention particulière sera accordée à la préparation du site et aux autres activités susceptibles de générer des niveaux significatifs de poussière.	EPC / sous-traitants	Phase Travaux
Dégradation de la qualité de l'air par l'augmentation du niveau de poussières résultant du terrassement et des activités sur le site.	La préparation et le nivellement du site seront entrepris, dans la mesure du possible, pendant les périodes de vents faibles (<20 km/h) durant la saison sèche.	EPC / sous-traitants	Phase Travaux
	Limitation des opérations de chargement et déchargement de matériaux pulvérulents pendant les vents forts, afin d'éviter l'exposition des opérateurs de travaux aux poussières ;	EPC / sous-traitants	Phase Travaux
	Les matériaux pulvérulents seront couverts autant que possible.	EPC / sous-traitants	Phase Travaux
	Les zones de stockages matériaux poussiéreux seront situées uniquement au niveau du site et à l'écart des limites du site afin de réduire la poussière à l'extérieur du site.	EPC / sous-traitants	Phase Travaux
	Procéder à une évaluation visuelle quotidienne des niveaux de poussière et prendre des mesures (suppression de la poussière) pour réduire les émissions lorsqu'elles sont jugées excessives (abattement des poussières par arrosage).	EPC / sous-traitants	Phase Travaux
	Un arrosage systématique sera fait dans la zone des travaux situés à proximité des ménages au nord du site afin de réduire fortement les impacts de la poussière.	EPC / sous-traitants	Phase Travaux
	L'incinération des déchets ou d'autres matériaux est interdite.	EPC / sous-traitants	Phase Travaux
Dégradation de la qualité de l'air par l'augmentation du niveau de poussière provenant de la circulation des véhicules	Lorsque du sable et d'autres matériaux poussiéreux sont transportés vers le site, les camions ne seront pas surchargés et seront couverts de manière appropriée afin d'éviter toute perte en cours de route. Il est également recommandé de pulvériser de l'eau sur les routes revêtues afin de minimiser la poussière générée par les véhicules et les camions.	EPC / sous-traitants	Phase Travaux
	Les matériaux pulvérulents (par exemple les ciments) seront stockés et transportés dans des conteneurs scellés.	EPC / sous-traitants	Phase Travaux
	Le transport de charges pulvérulentes non couvertes (matériaux et déchets) est strictement interdit.	EPC / sous-traitants	Phase Travaux
	La vitesse de circulation ne dépassera pas 15 km/h sur site et 20 km/h sur les voies non revêtues.	EPC / sous-traitants	Phase Travaux
Dégradation de la qualité de l'air par l'augmentation du niveau des émissions de gaz et de particules des véhicules	Gérer efficacement les livraisons d'équipements et d'installations sur le site et les zones des travaux des routes et ligne électrique afin de réduire le nombre de déplacements.	EPC / sous-traitants	Phase Travaux
	Minimiser les gaz d'échappement et les particules émises par les camions et les véhicules en veillant à utiliser des véhicules en bon état. Les véhicules entrant sur le site pour la première fois seront inspectés et, s'ils ne sont pas adaptés, ne seront pas autorisés à entrer sur le site.	EPC / sous-traitants	Phase Travaux
	Maintenir en bon état de fonctionnement le/les générateurs diesel.	EPC / sous-traitants	Phase Travaux
	Les moteurs des véhicules seront éteints pendant les périodes d'attente sur le site et les zones de travaux des	EPC / sous-traitants	Phase Travaux

Impact	Mesures de mitigation	Responsabilité	Calendrier
	routes et lignes électriques, afin de minimiser les émissions de gaz.		
Dégradation de la qualité de l'air par l'augmentation du niveau des émissions des COV et autres substances volatiles dangereuses émises lors de la combustion des hydrocarbures et par la présence potentielle de solvants sur site	Les matières dangereuses stockées et utilisées sur le site et susceptibles d'émettre des gaz (composés organiques volatils, par exemple) seront placées dans des zones à faible risque, bien ventilées mais sécurisées, à l'écart des zones sensibles.	EPC / sous-traitants	Phase Travaux
	Les feux et le brûlage des déchets ou matériaux sont interdits sur le site du projet et au niveau des route d'accès et du couloir de la ligne électrique.	EPC / sous-traitants	Phase Travaux

6.5.3 Impact résiduel

Tableau 12. Qualité de l'air – Importance de l'impact résiduel en phase des travaux

Impact	Récepteur sensible	Importance	Atténuation	Importance de l'impact résiduel
Dégradation de la qualité de l'air par l'augmentation du niveau des poussières résultant du terrassement et des activités sur le site	Ménages au nord du projet	Majeure	Oui	Modérée
	Habitants de Achawaïl au sud-ouest du projet	Modérée	Oui	Négligeable
	Habitants le long de la route de 20	Mineure	Oui	Négligeable
	Travailleurs sur site	Majeure	Oui	Mineure
Dégradation de la qualité de l'air par l'augmentation du niveau des pPoussières émises par les véhicules	Ménages au nord du projet	Majeure	Oui	Modérée
	Habitants de Achawaïl au sud-ouest du projet	Modérée	Oui	Négligeable
	Habitants le long de la route de 20	Mineure	Oui	Négligeable
	Travailleurs sur site	Majeure	Oui	Mineure
Dégradation de la qualité de l'air par l'augmentation du niveau des démissions de gaz et des particules par les véhicules et générateurs.	Ménages au nord du projet	Majeure	Oui	Mineure
	Habitants de Achawaïl au sud-ouest du projet	Modérée	Oui	Négligeable
	Habitants le long de la route de 20	Mineure	Oui	Négligeable
	Travailleurs sur site	Majeure	Oui	Mineure
Dégradation de la qualité de l'air par l'augmentation du niveau des émissions des COV et autres substances volatiles dangereuses émises lors de la combustion des hydrocarbures et par la présence	Ménages au nord du projet	Modérée	Oui	Mineure
	Habitants de Achawaïl au sud-ouest du projet	Mineure	Oui	Négligeable
	Habitants le long de la route de 20	Négligeable	Oui	Négligeable
	Travailleurs sur site	Modérée	Oui	Négligeable

Impact	Récepteur sensible	Importance	Atténuation	Importance de l'impact résiduel
potentielle de solvants sur site				

6.6 Impacts et mesures en phase d'exploitation

6.6.1 Impacts

6.6.1.1 Description des impacts

- **Pollution de l'air**

La centrale solaire photovoltaïque de par son fonctionnement n'est à l'origine d'aucune émission de poussières, gazeuse ou de dégagement d'odeur, hormis :

- Les poussières éventuelles générées par la circulation des véhicules de maintenance au niveau du site et le long de la voie d'accès ;
- Les émissions des véhicules dues aux mouvements de / vers et autour du site produiront des polluants limités. Les émissions atmosphériques typiques résultant de ces activités comprennent : les matières particulaires (PM10 et PM2,5), oxydes d'azote, dioxyde de soufre et BTEX.
- Les émissions atmosphériques du générateur de secours.

- **Création d'un microclimat**

Les études sur la création d'un microclimat dans les centrales photovoltaïques sont assez récentes. Les modifications microclimatiques concernent notamment la vitesse du vent, les niveaux de température et le degré d'humidité. Les études sur la création d'un microclimat ont été développées notamment en vue de combiner une production agricole avec une ferme solaire. Des études ont été menées en Chine et au Royaume-Uni, montrant des différences significatives de température de l'air (plus de 5°C en hiver et près de 2°C en été au Royaume-Uni) entre un point de contrôle et sous les panneaux⁵. Une autre étude⁶ menée en Chine et comparant des paramètres climatiques de parcs solaires en milieu désertique et des parcs solaires flottants indique que les parcs solaires réduisent la vitesse du vent au sol, et ont un effet de réchauffement de la température du sol de 3,6°C en moyenne sur l'année. En conclusion, les modifications du climat au niveau de la centrale sont très localisés et très modérés.

- **Changement climatique**

Le projet participera à la lutte contre les effets des changements climatiques en permettant d'éviter annuellement la production de 19 500 tonnes d'Eq.CO2.

Les fluides des systèmes de réfrigération ne doivent pas être parmi les substances qui appauvrissent la couche d'ozone.

Le tableau ci-dessous résume l'intensité des impacts.

⁵ Effects of solar photovoltaic installation on microclimate and soil properties in UiTM 50MWac Solar Park, Malaysia. N F M Noor and A A Reeza 2022 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 1059 012031

⁶ A comparative study of the effects of photovoltaic power plants in desert and lake on the microclimate - Peidu Li, Yong Luo, Ze He, Junqing Zheng, Xin Xia, Zhouyi Liao, Xiaoqing Gao. Energy reports - Août 2023.

Tableau 13 : Qualité de l'air – Intensité des impacts en phase d'exploitation

Impact	Intensité	Justification
Poussières émises par les véhicules	Faible	En phase exploitation, seuls les véhicules liés à la maintenance se déplaceront depuis et vers la centrale solaire. Des déplacements se feront également au sein du site. Cependant le trafic sera très réduit. L'impact est direct, local, temporaire, intermittent et possible. L'intensité est faible.
Les émissions de gaz et des particules par les véhicules et générateurs.	Faible	En phase exploitation, les déplacements des véhicules sont très réduits. Le générateur ne fonctionnera qu'en cas de coupure d'alimentation et lors de l'opération de maintenance. L'impact est direct, local, temporaire, intermittent et possible. L'intensité est faible.
Les COV et autres substances volatiles dangereuses	Négligeable	Les émissions de COV sont liées à l'utilisation de combustibles et de certains solvants le cas échéant. Il n'y aura pas de stockage de carburant sur site (à l'exception du réservoir du générateur) et les autres substances volatiles sont très réduites. L'impact est direct, local, temporaire, intermittent et peu probable. L'intensité est insignifiante.
Changement climatique	Positive	Le projet participera à la lutte contre les effets des changements climatiques en permettant d'éviter annuellement la production de 19 500 tonnes d'Eq.CO2.

6.6.1.2 Evaluation des impacts

Tableau 14 : Qualité de l'air et climat – Importance des impacts en phase d'exploitation

Impact	Intensité	Récepteur	Sensibilité	Importance de l'impact
Poussières émises par les véhicules	Faible	Ménages au nord du projet	Forte	Modérée
	Faible	Habitants de Achawaïl au sud-ouest du projet	Moyenne	Mineure
	Faible	Habitants le long de la route de 20	Faible	Négligeable
	Faible	Travailleurs sur site	Forte	Modérée
Les émissions de gaz et des particules par les véhicules et générateurs.	Faible	Ménages au nord du projet	Forte	Modérée
	Faible	Habitants de Achawaïl au sud-ouest du projet	Moyenne	Mineure
	Faible	Habitants le long de la route de 20	Faible	Négligeable
	Faible	Travailleurs sur site	Forte	Modérée
Dégagement de COV et autres substances volatiles dangereuses	Négligeable	Ménages au nord du projet	Forte	Négligeable
	Négligeable	Habitants de Achawaïl au sud-ouest du projet	Moyenne	Négligeable
	Négligeable	Habitants le long de la route de 20	Faible	Négligeable

Impact	Intensité	Récepteur	Sensibilité	Importance de l'impact
	Négligeable	Travailleurs sur site	Forte	Négligeable

6.6.2 Mesures d'atténuation

Tableau 15 : Qualité de l'air et changement climatique – Mesure d'atténuation en phase d'exploitation

Impact	Mesures de mitigation	Responsabilité	Calendrier
Poussières émises par les véhicules	Maintenir la vitesse des véhicules à l'intérieur du site est limitée à 15 km/h.	EPC et QIT	Exploitation
Émissions atmosphériques des véhicules et du générateur de secours	Entretien régulier des véhicules et du générateur de secours	EPC et QIT	Exploitation
Les COV et autres substances volatiles dangereuses	Interdiction de brûler les déchets ou des matériaux.	EPC et QIT	Exploitation
Changement climatique	Le système de climatisation ne doit pas contenir de substances appauvrissant la couche d'ozone (chlorofluorocarbones (CFC), halons, 1,1,1, trichloroéthane (méthyle chloroforme), tétrachlorure de carbone, hydro-chlorofluorocarbones (HCFC), hydro-bromofluorocarbones (HBFC))	EPC et QIT	Conception
	Veiller à minimiser l'usage de l'énergie en mettant en place des actions d'efficacité énergétique	EPC et QIT	Exploitation

6.6.3 Impacts résiduels

Tableau 16. Qualité de l'air – Importance de l'impact résiduel en phase d'exploitation

Impact	Récepteur sensible	Importance	Atténuation	Importance de l'impact résiduel
Poussières émises par les véhicules	Ménages au nord du projet	Modérée	Oui	Négligeable
	Habitants de Achawaïl au sud-ouest du projet	Mineure	Oui	Négligeable
	Habitants le long de la route de 20	Négligeable	Oui	Négligeable
	Travailleurs sur site	Modérée	Oui	Négligeable
Les émissions de gaz et des particules par les véhicules et générateur de secours	Ménages au nord du projet	Modérée	Oui	Négligeable
	Habitants de Achawaïl au sud-ouest du projet	Mineure	Oui	Négligeable
	Habitants le long de la route de 20	Négligeable	Oui	Négligeable
	Travailleurs sur site	Modérée	Oui	Négligeable
Dégagement de COV et autres substances volatiles	Ménages au nord du projet	Négligeable	Oui	Négligeable
	Habitants de Achawaïl	Négligeable	Oui	Négligeable

Impact	Récepteur sensible	Importance	Atténuation	Importance de l'impact résiduel
dangereuses	au sud-ouest du projet			
	Habitants le long de la route de 20	Négligeable	Oui	Négligeable
	Travailleurs sur site	Négligeable	Oui	Négligeable

7. Bruit et vibrations

7.1 Introduction

Ce chapitre identifie l'état de l'ambiance sonore sur le site du projet et les impacts potentiels qui peuvent survenir à la suite de la construction et l'exploitation du projet. Les impacts des émissions sonores concernent essentiellement la qualité de vie et la santé humaine des populations avoisinantes et des employés du site.

7.2 Méthodologie

La démarche d'évaluation de l'impact du bruit sur la santé de la population et les travailleurs comprend un inventaire des nuisances (bruit, vibrations, etc.) et la détermination de leurs effets néfastes (aspects qualitatifs) pendant la phase du chantier et d'exploitation.

L'impact acoustique du site sera vérifié d'une manière qualitative par rapport à l'état initial afin de vérifier l'éventuelle modification de l'environnement sonore sur et autour du site (conformément au guide de normes de performance de l'IFC).

Les standards de l'ambiance sonore à respecter sont les suivants :

- 55 dB entre 7h00 et 22h00 et
- 45 dB entre 22h00 et 7h00.

7.3 État de référence

D'une manière générale, le site du projet se trouve dans une zone périurbaine où aucune activité particulière, génératrice de bruit n'est développée, en effet, l'ambiance générale au niveau des zones d'étude immédiate et rapprochée est calme. La circulation sur la route de 20 au sud du cimetière représente la source d'émissions sonores principale.

7.4 Récepteur sensibles

Le tableau ci-dessous décrit les récepteurs sensibles identifiés par rapport au bruit et vibration ainsi que l'identification de leur sensibilité.

Tableau 17 : Bruit et vibrations – Récepteurs sensibles

Récepteur	Sensibilité	Justification
Les ménages situés à la limite nord du projet.	Forte	Les ménages situés en limite nord du projet seront impactés par émissions sonores liées aux activités de construction (travaux des engins et circulation des véhicules). Compte tenu de la forte proximité de la limite du projet, la sensibilité est forte.
Les habitants du village Achawaïl au Sud-Ouest du site.	Faible	Le village de Achawaïl est situé au sud-est du site. Le centre du village est situé à environ 600 mètres du projet, cependant les maisons les plus proches (4 maisons) sont situées à 200 mètres de la limite sud du projet. Compte tenu de la distance, la sensibilité est faible.
Les habitants situés le long de la route de 20 mètres	Faible	Quelques habitations sont situées le long de la route de 20 mètres allant du poste au coin sud-est du cimetière. Ces habitants seront impactés par les émissions sonores liées au trafic additionnel de véhicules et par les travaux de mise en place des pylônes de la ligne électrique. Le nombre d'habitations est faible, la sensibilité est faible.
Travailleurs du chantier	Forte	Les travailleurs sont directement exposés aux émissions sonores provenant de la machinerie lourde et des générateurs. L'exposition humaine aux émissions sonores peut avoir des effets néfastes sur la

Récepteur	Sensibilité	Justification
		santé. Les travailleurs du site sont considérés comme des récepteurs de sensibilité forte.

7.5 Impacts et mesures en phase des travaux

7.5.1 Impacts

7.5.1.1 Description des impacts

Les activités de construction entraînent normalement des augmentations temporaires et de courte durée des niveaux de bruit et de vibration d'un site.

Pendant la construction, les activités suivantes sont prévues :

- Préparation du site ;
- Travaux de clôture ;
- Travaux de terrassement (nivellement à l'aide de niveleuses et d'excavateurs) ;
- Construction des fondations (machines pour le battage de pieux) ;
- Montage des structures en acier ;
- Travaux de génie civil ;
- Circulation de camions pour l'approvisionnement en matériaux et en équipements, l'enlèvement des matériaux si nécessaire ;
- Aménagement des voies d'accès ;
- Installation de structures, de panneaux solaires, des batteries ;
- Réalisation du génie civil de la base des pylônes,
- Levée des pylônes et mise en place des câbles.

Les émissions sonores des différentes machines dépendent du type de machine et du fabricant. Toutefois, certaines études ont mesuré les émissions sonores d'un échantillon de plusieurs machines ou équipements. Les Tableau 18 ci-dessous présente les valeurs enregistrées pour plusieurs familles de machines ou d'équipements susceptibles d'être utilisés sur le chantier.

Pour les projets photovoltaïques, la première source de bruit durant la construction sera la mise en place des pieux de supportant les panneaux solaires ainsi que les bruits liés au trafic.

En terme de vibrations, certains procédés de construction, en particulier ceux qui impliquent la préparation du site et les travaux de génie civil, par exemple les terrassements sont le potentiel de créer des vibrations à proximité des travaux. Des vibrations se produiront également irrégulièrement autour du site de construction en raison de la circulation des matériaux et de l'équipement. Toutefois, il convient de noter que les vibrations se dissipent rapidement lorsqu'elles se propagent en raison des pertes d'énergie de rayonnement de 360 degrés par rapport à la source.

Au sein du projet, seuls les travailleurs et les structures temporaires de petite taille, les bureaux et les locaux de stockage, sont susceptibles d'être impactés par les vibrations issues des activités de construction.

Tableau 18 : Emissions sonores d'engins et équipements

Name	Lwa min (dB(A))	Lwa max (dB(A))	Lwa moyen dB(A)
Camion	95	109	105
Camion automoteur	100	113	108

Name	Lwa min (dB(A))	Lwa max (dB(A))	Lwa moyen dB(A)
Chargeuse-pelleteuse	99	109	105
chariot élévateur	98	102	100
Réservoir avec motopompe	103	103	103
Compresseur	90	117	106
Débroussailleuse	101	106	103
Foreuse	101	126	114
Générateur	89	116	109
Niveleuse	94	113	105
Caterpillar excavateur <100kW	103	111	107
Caterpillar excavateur >100kW	102	116	109

Ces valeurs sont estimées au niveau de la machine. L'intensité et le niveau sonore s'atténuent à mesure que la distance entre la source sonore et le récepteur augmente. Lorsque la distance entre une source sonore ponctuelle et un récepteur est doublée, le niveau d'intensité sonore est réduit de 6 dB. De même, lorsque le niveau sonore d'une source est multiplié par 2, l'intensité sonore augmente de 3dB.

Des estimations ont été réalisées pour des projets similaires au projet Lamadji (construction d'une centrale photovoltaïque de 44 MW sur 66 ha). Ces estimations sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 19 : Niveaux d'émission sonore par machine et selon la distance de la source⁷

Distance de la source	5 m	30 m	50 m	100 m	150 m	200 m	300 m
Passage de camions	79	63	59	53	49,5	47	43,4
Excavateur	80	64	60	54	50,5	48	44
Engin de manutention	75	59	55	49	45,5	43	39

Les engins travaillant généralement simultanément, une estimation a été réalisée et présentée dans le tableau ci-dessous.

⁷ Aménagement d'un parc photovoltaïque au sol - Département des Landes - Commune de Morcenx - Dossier d'étude d'impact – Neoen – octobre 2016

Tableau 20 : Niveaux sonores d'un ensemble de machines selon la distance à la source⁸

	5 m	30 m	50 m	100 m	150 m	200 m	300 m
Fonctionnement simultané de plusieurs engins	85	70	65	59	55,5	53	49

Des mesures seront prises pour réduire les niveaux de bruit pendant les travaux, car sans mesures d'atténuation, ils pourraient dépasser les normes en vigueur. Il est probable que certains niveaux de bruit dépassent 85 dB (A) et que le personnel sur le site doit porter des protections auditives. Ces zones comprennent le voisinage immédiat de l'équipement pneumatique. Il s'agit principalement d'excavateurs et de compresseurs pour l'excavation des fondations, le creusement des tranchées pour les connexions électriques et la préparation des voies d'accès, de camions pour le transport des matériaux, et éventuellement d'un générateur d'électricité.

Les méthodes de prévention et de réduction des émissions sonores pendant la phase de construction dépendent de l'origine des émissions sonores et de la proximité des récepteurs. Plusieurs mesures sont proposées dans les paragraphes suivants.

L'évaluation de l'intensité de l'impact et de l'importance de l'impact est présentée dans les tableaux suivants.

Tableau 21 : Bruit et vibrations – Intensité des impacts en phase de construction

Impact	Intensité	Justification
Augmentation du niveau de bruit en relation avec les travaux de construction sur site	Moyenne	Augmentation modérée des niveaux de bruit par rapport aux niveaux de fond existants, avec possibilité de dépassement temporaire des normes de bruit pour les récepteurs situés en limite du site de construction et les employés sur site.
Augmentation du niveau de bruit en relation avec les travaux de construction de la ligne électrique et l'aménagement de la route d'accès	Moyenne	Les travaux d'aménagement de la route d'accès vont nécessiter des apports en matériaux de remblai mobilisant des engins de chantier (niveleuse) sources d'émissions sonores. Les émissions sonores ne vont pas modifier très fortement l'ambiance sonore de référence, l'intensité est faible.
Augmentation du niveau de bruit en relation avec la circulation en phase de travaux.	Moyenne	Les livraisons des matériaux, équipements ainsi que le transport du personnel vont accroître les niveaux sonores liés aux camions et véhicules de transport du personnel. L'accroissement des émissions sonores pourra être perceptible par les récepteurs les plus proches sans toutefois modifier très fortement l'ambiance sonore de référence. L'intensité de l'impact est moyenne.
Vibration en relation avec les travaux de construction et la circulation	Faible	Les vibrations seront dues au passage des poids lourds et aux travaux de mise en place des pieux. Les effets des vibrations ne dépassent pas 2-3 mètres du lieu d'émission. Ces effets ne modifient pas de manière

⁸ Source : idem

Impact	Intensité	Justification
		importante la situation de référence. L'intensité est faible.

7.5.1.2 Evaluation des impacts

Tableau 22 : Bruit et vibrations – Importance des Impacts en phase de construction

Impact	Intensité	Récepteur	Sensibilité	Importance de l'impact
Augmentation du niveau de bruit en relation avec les travaux de construction sur site	Moyenne	Les ménages situés à la limite nord du projet.	Forte	Majeure
	Moyenne	Les habitants du village Achawail au Sud-Ouest du site.	Faible	Mineure
	Moyenne	Les habitants situés le long de la route de 20 mètres	Faible	Mineure
	Moyenne	Travailleurs du chantier	Forte	Majeure
Augmentation du niveau de bruit en relation avec les travaux de construction de la ligne électrique et l'aménagement de la route d'accès	Moyenne	Les habitants du village Achawail au Sud-Ouest du site.	Faible	Mineure
	Moyenne	Les habitants situés le long de la route de 20 mètres	Faible	Mineure
	Moyenne	Travailleurs du chantier	Forte	Modérée
Augmentation du niveau de bruit en relation avec la circulation en phase de travaux.	Moyenne	Les habitants du village Achawail au Sud-Ouest du site.	Faible	Mineure
	Moyenne	Les habitants situés le long de la route de 20 mètres	Faible	Mineure
	Moyenne	Travailleurs du chantier	Forte	Modérée
Vibration en relation avec les travaux de construction et la circulation	Faible	Les ménages situés à la limite nord du projet.	Forte	Modérée
	Faible	Les habitants du village Achawail au Sud-Ouest du site.	Faible	Négligeable
	Faible	Les habitants situés le long de la route de 20 mètres	Faible	Négligeable
	Faible	Travailleurs du chantier	Forte	Modérée

7.5.2 Mesures d'atténuation

Tableau 23 : Bruit et vibrations – Mesures d'atténuation en phase de construction

Impact	Mesures de mitigation	Responsabilité	Calendrier
	Réaliser des mesures de bruit avant le démarrage des travaux au niveau des habitations situées au nord du site.	QIT	Avant le démarrage de la phase de construction

Impact	Mesures de mitigation	Responsabilité	Calendrier
Augmentation du niveau de bruit en relation avec les travaux de construction sur site et Augmentation du niveau de bruit en relation avec les travaux de construction de la ligne électrique et l'aménagement de la route d'accès	Travailler entre 7h00 et 18h00 Informer les populations des habitations au Nord du site et les habitants du village de Achawaïl des horaires de travail. Limiter et contrôler le travail de nuit. Aucuns travaux bruyants ne seront réalisés le dimanche ou les jours fériés.	EPC et sous traitants	Construction
	Les équipements de compression diesel ou les générateurs seront équipés de silencieux efficaces si nécessaire.	EPC et sous traitants	Construction
	Les équipements électriques seront préférés, dans la mesure du possible, aux équipements mécaniques. Les équipements mécaniques motorisés seront équipés de silencieux si nécessaire.	EPC et sous traitants	Construction
	Les installations sur site fonctionnant par intermittence seront arrêtées pendant les périodes intermédiaires entre les utilisations.	EPC et sous traitants	Construction
	Les travailleurs en phase de construction effectueront à tout moment tous les travaux de manière à réduire au minimum les perturbations dues au bruit et aux vibrations, dans les limites des meilleures pratiques industrielles. Les opérateurs de machines portatives vibrantes seront équipés d'EPI appropriés (gants de protection) et bénéficieront de pauses adéquates pour réduire l'impact des vibrations.	EPC et sous traitants	Construction
	Des dispositifs anti-bruit doivent être mis à la disposition du personnel du site (par exemple, des EPI de protection contre le bruit).	EPC et sous traitants	Construction
	Les activités dont les émissions sonores sont les plus élevées se dérouleront pendant les heures de la journée.	EPC et sous traitants	Construction
	Prévoir le plan d'organisation de chantier pour que les engins puissent faire demi-tour au lieu de reculer, si possible ;	EPC et sous traitants	Construction
	Les moteurs des véhicules seront éteints pendant les périodes d'attente sur le site et les zones de travaux des routes et lignes électriques, afin de minimiser les émissions de gaz.	EPC et sous traitants	Construction
	Assurer le contrôle des niveaux de bruit en limite de site	EPC et sous traitants	Construction
Augmentation des niveaux	La circulation des poids lourds sera limitée pendant la nuit	EPC et sous traitants	Construction

Impact	Mesures de mitigation	Responsabilité	Calendrier
sonores en relation avec la circulation	Les livraisons de combustibles, de matériaux et d'équipements ainsi que l'enlèvement des déchets doivent être effectués en journée dans la mesure du possible.	EPC et sous traitants	Construction
	Tous les véhicules seront entretenus de manière adéquate afin de minimiser les émissions sonores.	EPC et sous traitants	Construction
	La vitesse de circulation est limitée à 15km/heure sur le site et à 30 km/h au niveau de la route d'accès.	EPC et sous traitants	Construction
	Régler le niveau sonore des avertisseurs des véhicules de chantier et interdire leur usage pour raisons autres que la sécurité	EPC et sous traitants	Construction
Vibration en relation avec les travaux de construction et la circulation	Les vibrations sont très limitées, aucune mesure spécifique n'est proposée.	N/A	N/A

7.5.3 Impact résiduel

Tableau 24. Bruit et vibrations –Importance de l'impact résiduel en phase de construction

Impact	Récepteur	Importance de l'impact	Mesures d'atténuation	Importance de l'impact résiduel
Augmentation du niveau de bruit en relation avec les travaux de construction sur site	Les ménages situés à la limite nord du projet.	Majeure	Oui	Mineure
	Les habitants du village Achawail au Sud-Ouest du site.	Mineure	Oui	Négligeable
	Les habitants situés le long de la route de 20 mètres	Mineure	Oui	Négligeable
	Travailleurs du chantier	Modérée	Oui	Mineure
Augmentation du niveau de bruit en relation avec les travaux de construction de la ligne électrique et l'aménagement de la route d'accès	Les habitants du village Achawail au Sud-Ouest du site.	Mineure	Oui	Négligeable
	Les habitants situés le long de la route de 20 mètres	Mineure	Oui	Négligeable
	Travailleurs du chantier	Modérée	Oui	Mineure
Augmentation du niveau de bruit en relation avec la circulation en phase de travaux.	Les habitants du village Achawail au Sud-Ouest du site.	Mineure	Oui	Négligeable
	Les habitants situés le long de la route de 20 mètres	Mineure	Oui	Négligeable
	Travailleurs du chantier	Modérée	Oui	Mineure
	Les ménages situés à la limite nord du projet.	Modérée	Oui	Mineure

Impact	Récepteur	Importance de l'impact	Mesures d'atténuation	Importance de l'impact résiduel
Vibration en relation avec les travaux de construction et la circulation	Les habitants du village Achawail au Sud-Ouest du site.	Négligeable	Oui	Insignifiante
	Les habitants situés le long de la route de 20 mètres	Négligeable	Oui	Insignifiante
	Travailleurs du chantier	Modérée	Oui	Mineure

7.6 Impacts et mesures en phase d'exploitation

7.6.1 Impacts

7.6.1.1 Description de l'impact

Les seules sources d'émissions sonores proviendront des onduleurs, des transformateurs, du système de climatisation de la zone de stockage des batteries et de la circulation très limitée des véhicules de la maintenance et du personnel permanent.

Si les locaux techniques comprenant les onduleurs/transformateurs sont placés de manière appropriée au centre de chaque bloc photovoltaïque, les nuisances sonores au niveau des limites du site seront négligeables. De plus, ces équipements ne fonctionneront que durant les heures de la journée lorsque le projet est en production d'électricité.

Les émissions sonores des onduleurs sont généralement inférieures à 60-65 dB à 1 mètre. Ces volumes sonores sont donc limités. Les onduleurs sont installés au sein des lignes des panneaux photovoltaïques, les émissions sonores ne seront pas perceptibles au niveau du voisinage le plus proche situés à plus de 20 mètres en limite nord du site avec la présence d'une clôture.

Au sud du site, les premières habitations sont à plus de 200 mètres du poste de livraison et du système de stockage des batteries également sources d'émissions sonores. Compte tenu de la distance et de la faiblesse des émissions sonores, le bruit ne sera pas perceptible au niveau de ces habitations les plus proches.

Les activités de maintenance et le fonctionnement du site ne requièrent pas de déplacements importants, les émissions sonores liées au trafic seront très réduites.

Tableau 25 : Bruits et vibrations – Intensité des impacts en phase d'exploitation

Impact	Intensité	Justification
Augmentation des niveaux de bruit en relation avec la centrale solaire (émissions sonores des onduleurs/transformateurs et poste de livraison)	Négligeable	L'exploitation des panneaux photovoltaïques n'inclue pas l'utilisation des machines et équipements lourds. Les composantes principales de la centrale photovoltaïque qui peuvent potentiellement émettre les niveaux de bruit sont les transformateurs et les onduleurs. Les niveaux d'émissions sonores sont réduits et éloignés des récepteurs sensibles.
Augmentation des niveaux de bruit en relation avec le Système de stockage d'énergie par batterie	Négligeable	Bien que les batteries elles-mêmes ne génèrent pas une quantité significative de bruit, les onduleurs, les transformateurs et les équipements de chauffage, ventilation et climatisation (CVC) associés au système de stockage d'énergie par batterie le feront.

7.6.1.2 Evaluation de l'impact

Tableau 26 : Bruit et vibrations – Importance des impacts en phase d'exploitation

Impact	Intensité	Récepteur	Sensibilité	Importance de l'impact
Augmentation des niveaux de bruit en relation avec la centrale solaire (émissions sonores des onduleurs/transformateurs et poste de livraison)	Négligeable	Les ménages situés à la limite nord du projet.	Forte	Insignifiante
	Négligeable	Les habitants du village Achawail au Sud-Ouest du site.	Faible	Insignifiante
	Négligeable	Les habitants situés le long de la route de 20 mètres	Faible	Insignifiante
	Négligeable	Travailleurs du chantier	Forte	Insignifiante
Augmentation des niveaux de bruit en relation avec le Système de stockage d'énergie par batterie	Négligeable	Les ménages situés à la limite nord du projet.	Forte	Insignifiante
	Négligeable	Les habitants du village Achawail au Sud-Ouest du site.	Faible	Insignifiante
	Négligeable	Les habitants situés le long de la route de 20 mètres	Faible	Insignifiante
	Négligeable	Travailleurs du chantier	Forte	Insignifiante

7.6.2 Mesures d'atténuation

Étant donné l'absence d'impacts significatifs de bruits et de vibration en phase d'exploitation, aucune mesure d'atténuation n'est nécessaire.

Tableau 27 : Bruit et vibrations – Mesure d'atténuation en phase d'exploitation

Impact	Mesures d'atténuation	Responsabilité	Calendrier
Impact sonore et vibration	Pas de mesures spécifiques	-	-

7.6.3 Impacts résiduels

Impact résiduel nul

8. Sol et ressources en eaux souterraines

8.1 Introduction

Cette section présente la méthodologie, les résultats et les recommandations de l'évaluation de l'impact du projet sur les sols et sur les eaux souterraines. Cette évaluation prend en compte les activités pendant les phases de construction et d'exploitation.

Les critères utilisés pour évaluer les impacts potentiels sont fournis dans la section (4), Ces impacts seront ensuite discutés et les mesures d'atténuation proposées seront présentées. La zone d'étude pour cette évaluation couvre le site immédiat du projet et l'aire d'étude rapprochée.

8.2 Méthodologie

La démarche d'évaluation d'impact du projet sur les sols et sur les eaux souterraines comprend des analyses documentaires et réglementaires détaillées pour recueillir les informations de référence sur le sol et les eaux souterraines. Cette analyse est appuyée par les résultats de l'étude hydrogéologique réalisée dans le cadre de ce projet.

Ensuite, cette évaluation consiste à analyser les impacts du projet sur ces composantes du milieu physique et à définir les orientations sur les actions à envisager pour respecter les contraintes environnementales et réglementaires tchadienne et internationale en vigueur.

L'impact sur ces composantes sera vérifié et comparé aux valeurs d'état initial déjà inventoriées afin de vérifier l'éventuelle modification de l'environnement autour du site.

8.3 État de référence

8.3.1 Géologie

Du point de vue géologique, la zone du projet est faite partie du bassin du lac Tchad, dont le comblement qui est essentiellement continental, s'est opéré à la faveur d'un affaissement à grande profondeur du socle précambrien, lors de la phase de distension Jurassique supérieur-Crétacé inférieur. Il en résulte des dépôts évoluant entre un pôle sableux (sables purs, fluviatiles ou éoliens) et un pôle argileux (argiles kaoloniques ou de néoformation), et ceci du Crétacé jusqu'au Quaternaire (figure suivante).

Figure 30 : Lamadji, extrait de la carte géologique



Source : Etude hydrogéologique – Ginger Burgeap - 2023

8.3.2 Pédologie

En surface, la couverture quaternaire est essentiellement détritique, sous forme d'une alternance d'argile et de sables plus ou moins argileux. Ces sédiments présentent de variations latérales et verticales de faciès. La limite inférieure du Quaternaire n'a pu être déterminée avec précision et il semble qu'elle correspond à l'achèvement de la longue sédimentation argileuse vers 60 à 70 m de profondeur à N'Djamena (Schneider et Wolff, 1992 ; Kusnir, 1995).

Plus en surface, il ressort de l'étude géotechnique de 2018 qu'au droit du site le sol est argilo-limoneux et limono-sableux. En dehors des zones présentant des eaux stagnantes, le sol est généralement sec et dur au plus tard un mois après la fin de la saison des pluies, qui dure de mai à mi-octobre. En cas de forte aridité, le sol est extrêmement dur. La présence d'argile dans les zones inondées peut provoquer de fortes variations de volume lorsque de l'eau est ajoutée ou ôtée. Elle peut exercer suffisamment de force sur un bâtiment ou une autre structure pour provoquer des fissures dans des fondations, des planchers et des murs de sous-sol ou pour faire basculer des pieux battus.

Le long de la voie d'accès, le terrain présente les mêmes caractéristiques géologiques et pédologiques, avec une prédominance limoneuse (figure suivante)

Figure 31: Nature limoneuse de certains tronçons de la piste d'accès



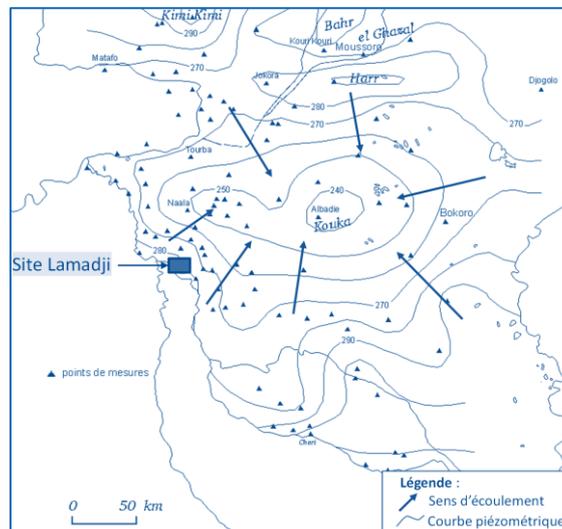
Source : Ginger Burgeap, 2022

8.3.3 Hydrogéologie

D'après différentes ressources bibliographiques y compris l'étude géotechnique du bureau d'études Boden und Wasser, les terrains alluvionnaires en place correspondent globalement à des sables fins à limoneux, donc peu aquifères. Néanmoins des puits et forages villageois existent dans ce secteur, permettant de délivrer des débits pour des besoins domestiques à de petites communautés.

Les cartes piézométriques indiquent des écoulements de l'Ouest vers l'Est c'est-à-dire depuis le fleuve Chari vers une dépression piézométrique située à l'Est de N'Djamena, probablement liée à une reprise de la nappe par évaporation profonde. Les données piézométriques à l'échelle du projet sont insuffisantes pour confirmer localement cette direction d'écoulement générale, qui peut notamment être affectée par des pompages à priori importants à N'Djamena.

Figure 32 : Carte piézométrique de l'aquifère quaternaire



Source : Sylvain Massuel, 2001

Des forages ont été inventoriés sur site, à la fois dans l'emprise du site et à l'extérieur de ce dernier (figure suivante). Trois puits (FLA01 à 03) sont situés directement dans l'emprise du site.

Ces ouvrages confirment la présence d'une nappe d'eau souterraine, située à environ 20m/TN. Au droit du site, le niveau de la nappe est moins profond (environ 18m/TN).

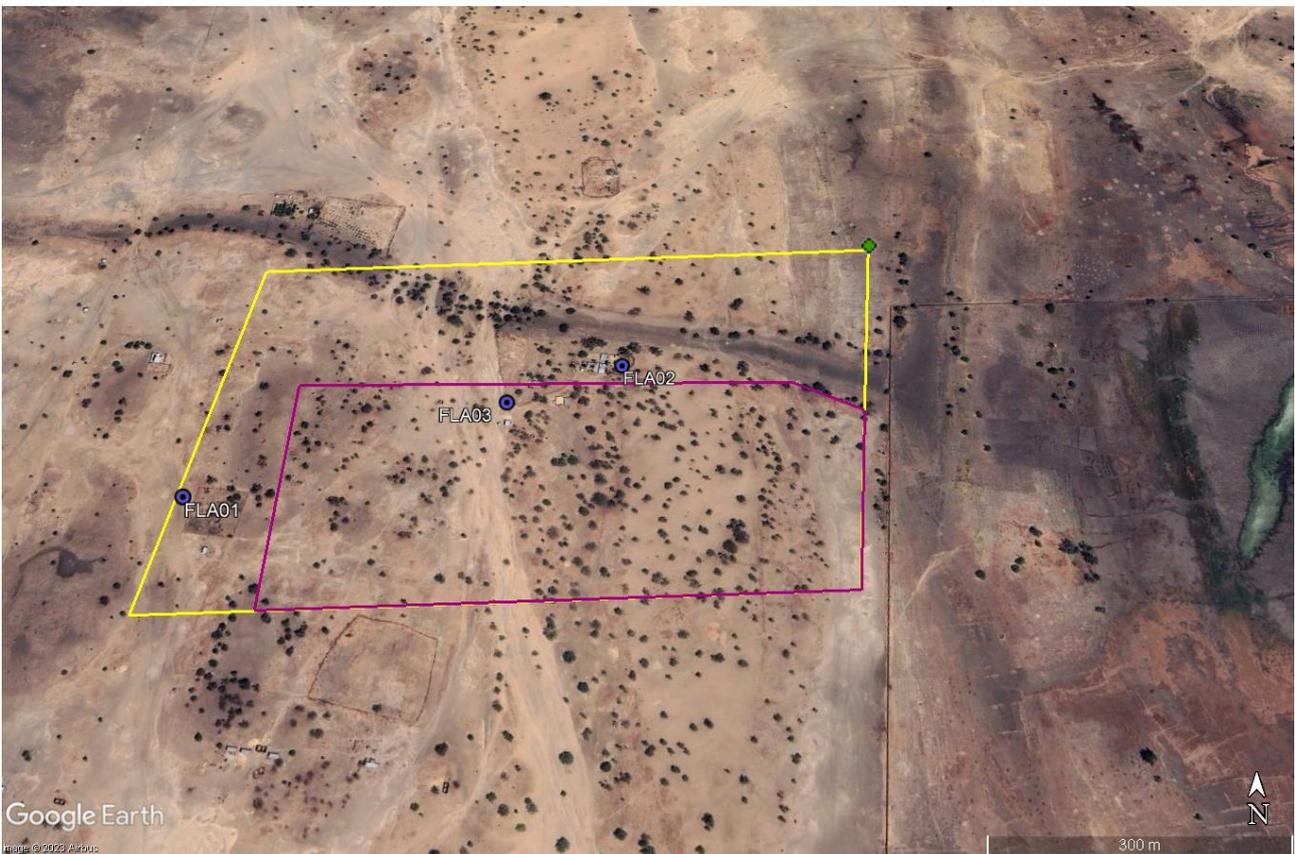
Les deux puits à l'intérieur du site sont exploités pour l'AEP de la population locale et pour l'abreuvement du bétail.

Figure 33 : Inventaire des points d'eau



Source : Ginger Burgeap – 2023

Figure 34 : Localisation des puits dans la zone de Lamadji (Contour violet – zone du projet – contour jaune – délimitation initiale)



Deux échantillons d'eau ont été prélevés afin de caractériser la qualité actuelle de la nappe. Les échantillons ont été pris dans les forages voisins FLA01 et FLA02 du site. Les paramètres analysés ainsi que les résultats d'analyse sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 28 : Lamadji - résultats des analyses de qualité de la nappe

Paramètre	Unités	Amchawil FLA 01	Amchawil FLA 02	Directives Tchad OMS/Tchad
Escherichia Coli	UFC/100 mL	27	14	0
Coliformes totaux	UFC/100 mL	>100	>100	0
Entérocoques fécaux	UFC/100 mL	0	0	0
Flore aérobie totale	UFC/100 mL	>100	>100	0
pH au labo	Unité pH	6.91	6.56	6.5 à 9
Conductivité électrique	µS/cm	791	242	2500
Solides totaux dissous	mg/L	396	123	900
Turbidité (NTU)	NTU	12.2	0	5
Dureté totale	mg/L de CaCO ₃	96	48	-
Calcium	mg/L	22.4	17.7	200
Magnésium	mg/L	9.4	0.9	50
Potassium	mg/L	4	2	12
Sodium	mg/L	39	15	200
Bicarbonates	mg/L	117.1	58.6	-
Chlorures	mg/L	26	16.8	250
Sulfates	mg/L	29	6	250
Nitrates	mg/L	17	2.7	50
Fer	mg/L	2.3	0	0.3
Arsenic	mg/L	0.008	0.001	0.01
Manganèse total	mg/L	0.26	0.03	0.5
Ammonium	mg/L	2.68	0.33	1.5

Source : Ginger Burgeap - 2023

D'après ces analyses, il en ressort que globalement la nappe est de bonne qualité au regard des paramètres minéraux (calcium, etc.). En revanche elle recèle des bactéries témoignant de la présence de contaminations organiques, potentiellement fécales (Escherichia Coli, Coliformes totaux, Flore aérobie totale).

Pour les deux mêmes ouvrages du site (FLA01 et FLA02), des essais à 3 paliers enchaînés ont été réalisés (2 h chacun). Au regard de la profondeur des forages généralement constatée (proches de 40 mètres), du niveau de nappe (environ 18 mètres) et du débit spécifique minimum constaté (environ 1 m³/h par mètre de rabattement),

Il est recommandé la réalisation de deux forages dans les règles de l'art pourront convenir afin d'apporter les 10 m³/h nécessaires au projet (débit de pointe supposé). Un seul forage mènerait en effet à un rabattement potentiellement supérieur à 10 mètres, soit une diminution très importante de la colonne d'eau. Des forages « règles de l'art » consisteront en un diamètre de crépines supérieur à 250 mm, une épaisseur de massif filtrant supérieure à 10 cm, ainsi qu'un massif filtrant et des crépines choisies au moment du forage en fonction de la granulométrie rencontrée.

8.4 Récepteurs sensibles

Le tableau suivant présente les récepteurs potentiels identifiés et leurs sensibilités vis-à-vis les activités projetées.

Tableau 29 : Sols et eaux souterraines – Récepteurs sensibles

Récepteur	Sensibilité	Justification
Sol	Faible	Les sols au niveau du site présentent une valeur pédologique faible au regard d'une valorisation agricole. Selon les données géotechniques les sols sont peu gonflants. La couche du sol en surface est suffisamment stable et peu sensible à l'érosion à l'exception de certaines zones d'accumulation des eaux pluviales (Voir chapitre 9). Les sols présentent une faible sensibilité vis-à-vis des travaux envisagés.
Eaux souterraines	Moyenne	Le site du projet abrite des eaux souterraines exploitées par la population pour l'alimentation en eau potable, l'irrigation et l'abreuvement du bétail. 3 puits ont été identifiés dont un seul qui dispose d'une pompe fonctionnelle. Compte tenu du rapprochement du niveau de la nappe (profondeur comprise entre 38 et 45 m et niveau d'eau à une profondeur entre 17,7 et 18,1 m lors des visites de terrain) et la présence d'une couche en surface peu perméable la nappe peut être considérée comme moyennement protégée aux polluants prévenants de la surface.
Puits d'eau souterraine au sein du site	Forte	Présence de 1 puits (FLA03) à l'intérieur du site (au niveau de la mosquée). L'eau de ce puits est utilisée pour l'abreuvement du bétail. De par sa présence au sein de la zone des travaux, la sensibilité est forte.
Puits d'eau souterraine dans la périphérie du site	Faible	1 puits (FLO1) à 100 mètres à l'extérieur à l'Est du site et 1 puits (FLO2) au nord du site à 30 mètres de la clôture du site. Ces puits sont utilisés pour l'alimentation en eau potable ((FLA01), pour l'abreuvement du bétail et l'irrigation (FLA02). Situés en périphérie de la zone des travaux, la sensibilité de ces puits faible.

8.5 Impacts et mesures en phase des travaux

8.5.1 Impacts sur les sols

8.5.1.1 Description des impacts

Mouvements déblais-remblais

La topographie naturelle des terrains et la stabilité des sols sont favorables et ne nécessitent pas d'importants travaux de mouvements de terre. Certaines zones potentiellement basses et soumises à des risques de montée des eaux pourront faire l'objet de remblaiement. De même les zones pour les postes transformateurs, onduleurs ou containers pour batterie devraient être excavées sur 20 cm puis remblayées avec des matériaux plus compacts. Cependant ces superficies sont limitées et ne passent quelques centaines de m². Il n'y aura pas de remaniements importants des sols provoquant des modifications importantes de la structure de ces derniers.

Compactage des sols

La présence d'engins au niveau du chantier et dans ses environs immédiats peut entraîner un compactage de la couche superficielle du sol. Le compactage est plus probable au niveau du positionnement des gros engins (engins pour le battage des pieux) et des zones de passage des véhicules. Le compactage du sol a pour principaux effets de modifier les caractéristiques de drainage et entraîner l'apparition de zones d'engorgement et peut provoquer des écoulements de surface et des inondations localisées.

Les routes d'accès seront aménagées de manière à stabiliser les sols et à pouvoir être praticable de manière permanente (saison sèche et saison humide). La circulation d'engins dans les zones adjacentes aux routes d'accès pourra entraîner des compactages localisés.

Érosion du sol

Les activités de construction projetées vont accentuer le phénomène d'érosion et le transport des sédiments lors des opérations de défrichage, de nivellement et d'aménagement. Cependant, la couche du sol présente

sur la zone est réduite et elle est relativement stable, ce qui minimise sa sensibilité par rapport à ces activités. L'érosion pourra être ponctuellement accentuée au niveau des zones de battage des pieux.

Pollution du sol

Les travaux de réalisation de la centrale solaire, de la voie d'accès et de la ligne électrique peuvent avoir des incidences sur le sol. En effet, une pollution accidentelle dans ces deux milieux pendant les travaux peut survenir aussi par un déversement de produits dangereux stockés, par une fuite de liquide hydraulique ou d'hydrocarbures par des engins de chantier ou par des déversements causés par des accidents de circulation. L'usage d'autres produits tels que les peintures et les solvants sont aussi une source potentielle de pollution. Le risque de pollution est possible mais sera très localisé.

Les déchets produits au niveau du site sont également des sources de pollution potentielle par contamination potentielle des eaux de pluies qui peuvent entraîner des polluants dans le sol.

En l'absence de réseau d'assainissement, les eaux usées en phase des travaux pourraient impacter le milieu naturel en cas de rejets direct dans le milieu naturel. Ces eaux proviendront notamment :

- des eaux sanitaires des employés sur site. En considérant 150 employés sur site, le volume estimé d'eaux usées est de 10m³/jour⁹ ;
- du lavage et l'entretien des engins ;
- des effluents liquides issus des zones de stockages et de placement des déchets en cas de contamination avec des eaux pluviales.

En cas de rejets directs, les eaux usées peuvent s'infiltrer dans le sol, contaminer les eaux pluviales et être source d'insalubrité.

Le projet mettre en place des fosses septiques vidangeables.

Tableau 30 : Sol – Intensité des impacts en phase de construction

Impact	Intensité	Justification
Compactage et érosion des sols	Faible	Les sols sont peu sensibles au compactage et à l'érosion et le chantier ne nécessite pas la présence d'engins lourds. L'impact est direct, local, temporaire, intermittent et possible. L'intensité de l'impact est faible.
Pollution des sols	Moyenne	La présence d'engins et de produits polluants sur le site pendant les travaux permet d'envisager une contamination des sols en cas d'accident ou de fuite. L'ampleur des travaux est limitée : présence d'engins limitée sur le site et limitation dans le temps, l'intensité de l'impact est moyenne.

8.5.1.2 Evaluation des impacts

Tableau 31 : Pollution du sol – Importance des Impacts en phase de construction

Impact	Intensité	Récepteur	Sensibilité	Importance de l'impact
Compactage et érosion des sols	Faible	Sol	Faible	Négligeable

⁹ 70 litres/personne/jour.

Impact	Intensité	Récepteur	Sensibilité	Importance de l'impact
Pollution des sols	Moyenne	Sol	Faible	Mineure

8.5.2 Impacts sur les eaux souterraines

8.5.2.1 Description des impacts

Pollution des eaux souterraines

Les travaux de réalisation de la centrale solaire, de la voie d'accès et de la ligne électrique peuvent avoir des incidences sur les eaux souterraines. En effet, une pollution accidentelle dans ces deux milieux pendant les travaux peut survenir aussi par un déversement de produits dangereux stockés, par une fuite de liquide hydraulique ou d'hydrocarbures par des engins de chantier ou par des déversements causés par des accidents de circulation. L'usage d'autres produits tels que les peintures et les solvants sont aussi une source potentielle de pollution. Le risque de pollution est possible mais sera très localisé.

Les déchets produits au niveau du site sont également des sources de pollution potentielle par contamination potentielle des eaux de pluies qui peuvent entraîner des polluants dans les eaux souterraines.

En l'absence de réseau d'assainissement, les eaux usées en phase des travaux pourraient impacter le milieu naturel en cas de rejets direct dans le milieu naturel. Ces eaux proviendront notamment :

- des eaux sanitaires des employés sur site. En considérant 150 employés sur site, le volume estimé d'eaux usées est de $10\text{m}^3/\text{jour}^{10}$;
- du lavage et l'entretien des engins ;
- des effluents liquides issus des zones de stockages et de placement des déchets en cas de contamination avec des eaux pluviales.

En cas de rejets directs, les eaux usées peuvent s'infiltrer dans le sol et contaminer les eaux souterraines.

Le projet mettra en place des fosses septiques vidangeables.

Cependant au vu de la protection de la nappe d'eau sous-jacente par une couche d'argile (§ 8.3), ces rejets n'auront qu'un impact faible sur les eaux souterraines.

Réduction de la disponibilité de la ressource en eau souterraine

Une surexploitation de la nappe d'eau souterraine pourra contribuer à l'épuisement des puits locaux qui constituent les seules ressources en eaux disponibles pour l'AEP de la population locale et pour l'abreuvement du cheptel. Cependant, l'étude hydrogéologique réalisée a démontré que le potentiel de la nappe permettait de pouvoir mobiliser le débit de pointe estimé de $10\text{m}^3/\text{heure}$ sans affecter les puits actuellement exploités.

Tableau 32 : Eaux souterraines – Intensité des impacts en phase de construction

Impact	Intensité	Justification
Pollution des eaux souterraines	Moyenne	La présence d'engins et de produits polluants sur le site pendant les travaux permet d'envisager une contamination des eaux souterraines en cas d'accident ou de fuite. L'ampleur des travaux est limitée : présence d'engins limitée sur le site et limitation dans le temps, l'intensité de l'impact est moyenne.

¹⁰ 70 litres/personne/jour.

Impact	Intensité	Justification
Disponibilité de la ressource	Faible	L'étude hydrogéologique réalisée a démontré que le potentiel de la nappe permettait de pouvoir mobiliser le débit de pointe estimé de 10m ³ /heure sans affecter les puits actuellement exploités. L'impact est direct, local, de court terme, intermittent et possible. L'intensité est faible.

8.5.2.2 Evaluation des impacts

Tableau 33 : Pollution des eaux souterraines – Importance des Impacts en phase de construction

Impact	Intensité	Récepteur	Sensibilité	Importance de l'impact
Pollution des eaux souterraines	Moyenne	Eaux souterraines	Moyenne	Modérée
	Moyenne	Puits d'eau souterraine au sein du site	Forte	Majeure
	Moyenne	Puits d'eau souterraine dans la périphérie du site	Faible	Mineure
Disponibilité de la ressource	Faible	Eaux souterraines	Moyenne	Mineure
	Faible	Puits d'eau souterraine au sein du site	Forte	Modérée
	Faible	Puits d'eau souterraine dans la périphérie du site	Faible	Négligeable

8.5.3 Mesures d'atténuation pour les sols

Tableau 34 : Pollution du sol – Mesures d'atténuation en phase de construction

Impact	Mesure d'atténuation	Responsabilité	Calendrier
Compactage et érosion du sol	Dès la phase de conception, une étude géotechnique doit être réalisée avant le démarrage des travaux afin d'adapter au mieux les fondations des panneaux solaires.	EPC et sous-traitants	Travaux
	Les déblais des excavations, même en faible quantité, seront soit réutilisés sur le site après leur traitement ou excaver vers l'extérieur du site.	EPC et sous-traitants	Travaux
	Les lieux éventuels de dépôts des gravats devront être aménagés afin de réduire les impacts sur l'environnement (Merlon en pied de stockage pour éviter les ruissellements et l'érosion, couverture le cas échéant).	EPC et sous-traitants	Travaux
	Les trous provoqués par l'enlèvement des souches des arbres devront être remblayés par des matériaux locaux et compactés régulièrement pour limiter tout phénomène d'érosion.	EPC et sous-traitants	Travaux
	L'excavation des déblais hors site le cas échéant devra être réalisée selon les règles de l'art, afin qu'ils soient réutilisés.	EPC et sous-traitants	Travaux

Impact	Mesure d'atténuation	Responsabilité	Calendrier
	À la fin des travaux, l'entreprise remettra en état les sites modifiés du chantier (plateforme de grutage plateforme de stockage des matériaux, etc...).	EPC et sous-traitants	Travaux
Pollution du sol	L'entreprise devra identifier les zones où les matériaux d'excavation peuvent être déposés sans nuire à l'environnement.	EPC et sous-traitants	Travaux
	Les matériaux excavés seront conservés sur le site pour une période aussi courte que possible ;	EPC et sous-traitants	Travaux
	Mettre en place les mesures d'atténuation concernant la gestion des déchets et des matières dangereuses en phase de construction (Chapitre 10)	EPC et sous-traitants	Travaux
	Mettre en place les mesures d'atténuation concernant la gestion des eaux usées en phase de construction (Chapitre Erreur ! Source du renvoi introuvable.)	EPC et sous-traitants	Travaux
Pollution des sols par les rejets des eaux usées	Développer un plan de gestion des eaux usées	EPC et sous-traitants	Travaux
	Mise en place de toilettes raccordées à une fosse septique étanche en nombre suffisant (au moins une pour 15 travailleurs). La fosse sera vidangée régulièrement par un prestataire agréé avant que son contenu n'ait atteint 80% de sa capacité. Les niveaux de remplissage seront régulièrement vérifiés. La fosse septique sera éloignée des zones de deux puits qui seront installés sur le site. Aucune eau usée domestique ne sera rejetée en dehors des toilettes pour éviter les rejets d'eaux usées dans les sols et dans le système de drainage des eaux pluviales Les autorisations et contrats requis doivent être obtenus par le constructeur avant le début des travaux de construction.	EPC et sous-traitants	Travaux
	Les toilettes doivent être complètement vidées avant la démobilisation pour éviter la contamination de la zone du site. La procédure de démobilisation permettra de veiller à ce que les réservoirs ne soient pas détruits ou endommagés pendant le processus de retrait.	EPC et sous-traitants	Travaux
Pollution des sols par les effluents liquides issus du nettoyage	Le nettoyage des véhicules et des machines, le ravitaillement en carburant et les opérations de maintenance seront effectuées sur des plateformes étanches avec récupération des eaux contaminées, pour un passage dans un déshuileur avant d'être envoyées dans un bassin de stockage ou dans le milieu naturel. La plateforme sera aménagée de la manière suivante : <ul style="list-style-type: none"> - Plancher étanche (au moyen d'un revêtement de sol en béton, d'une couche d'argile ou d'autres moyens) ; - Système d'évacuation et de collecte des effluents ; - Mise en place d'un déshuileur ; Réservoir ou puisard adéquat pour le stockage des effluents générés.	EPC et sous-traitants	Travaux
Pollution des sols par les effluents liquides issus des zones de stockages et de	Zones de stockage des matières dangereuses : Les zones de stockage des matières dangereuses et / ou contaminants doivent également être convenablement conditionnées au moyen de: <ul style="list-style-type: none"> - Sol imperméable adéquat (au moyen d'un revêtement de sol 	EPC et sous-traitants	Travaux

Impact	Mesure d'atténuation	Responsabilité	Calendrier
placement des déchets	en béton, d'une couche d'argile ou d'autres moyens) ; - Couverture pour éviter tout contact toxique et / ou dangereux avec la pluie et / ou d'autres agents météorologiques ; Système de rétention d'une capacité de 110% de la capacité de stockage des déversements possible.		

8.5.4 Impact résiduel pour les sols

Tableau 35. Pollution du sol et des eaux souterraines – Importance de l'impact résiduel en phase de construction

Impact	Récepteur sensible	Importance	Atténuation	Importance de l'impact résiduel
Compactage et érosion du sol	Sol	Négligeable	Oui	Insignifiante
Pollution du sol	Sol	Mineure	Oui	Négligeable
Disponibilité de la ressource en eau souterraine	Eaux souterraines	Mineure	Oui	Négligeable
	Puits d'eau souterraine au sein du site	Modérée	Oui	Mineure
	Puits d'eau souterraine dans la périphérie du site	Négligeable	Oui	Insignifiante

8.5.5 Mesures d'atténuation pour les eaux souterraines

Tableau 36 : Pollution des eaux souterraines – Mesures d'atténuation en phase de construction

Impact	Mesure d'atténuation	Responsabilité	Calendrier
Pollution des eaux souterraines	L'entreprise devra identifier les zones où les matériaux d'excavation peuvent être déposés sans nuire à l'environnement.	EPC et sous-traitants	Travaux
	Les matériaux excavés seront conservés sur le site pour une période aussi courte que possible ;	EPC et sous-traitants	Travaux
	Mettre en place les mesures d'atténuation concernant la gestion des déchets et des matières dangereuses en phase de construction (Chapitre 10)	EPC et sous-traitants	Travaux
	Mettre en place les mesures d'atténuation concernant la gestion des eaux usées en phase de construction (Chapitre Erreur ! Source du renvoi introuvable.).	EPC et sous-traitants	Travaux
Disponibilité de la ressource en eau souterraine	Les puits existants sur le site ou alentours ne seront pas exploités pour la construction du projet.	EPC et sous-traitants	Travaux
	Mise en place de deux nouveaux forages au sud du site pour assurer les besoins de pointe pour le projet estimés à 10 m ³ /h. L'incidence calculée, c'est-à-dire la baisse du niveau de nappe consécutive à ce pompage (issu des deux forages), est jugée acceptable sur les puits riverains au site.	EPC et sous-traitants	Travaux
	Mise en place d'un nouveau forage au niveau du futur site de la mosquée pour l'alimentation en eau de cette dernière	EPC et sous-traitants	Travaux
	Sensibiliser les employés sur le chantier à la gestion rationnelle de l'eau.	EPC et sous-traitants	Travaux
	Elaborer un plan de gestion de la ressource en eau	EPC et sous-traitants	Travaux

8.5.6 Impact résiduel pour les eaux souterraines

Tableau 37. Pollution des eaux souterraines –Importance de l'impact résiduel en phase de construction

Impact	Récepteur sensible	Importance	Atténuation	Importance de l'impact résiduel
Pollution des eaux souterraines	Eaux souterraines	Modérée	Oui	Mineure
	Puits d'eau souterraine au sein du site	Majeure	Oui	Mineure
	Puits d'eau souterraine dans la périphérie du site	Mineure	Oui	Négligeable
Disponibilité de la ressource en eau souterraine	Eaux souterraines	Mineure	Oui	Négligeable
	Puits d'eau souterraine au sein du site	Modérée	Oui	Mineure
	Puits d'eau souterraine dans la périphérie du site	Négligeable	Oui	Insignifiante

8.6 Impacts et mesures en phase d'exploitation

8.6.1 Impacts

8.6.1.1 Description des impacts

Il n'est pas prévu de travaux de sol durant la phase exploitation qui pourraient modifier la structure et la qualité des sols.

Bien qu'il y ait peu ou pas d'interaction avec des matières ou des produits chimiques dangereux, le risque de rejets non contrôlés dans les sols au cours de la phase d'exploitation est toujours possible. Ces rejets peuvent se produire pendant le transport, la manipulation et le stockage des matériaux, ainsi que pendant les activités de nettoyage et les déversements accidentels sur le sol. Les sources potentielles de ces contaminants sont les suivantes :

- L'utilisation de solvants/fluides de nettoyage, de lubrifiants et d'huiles devrait être limitée. Bien que ces matériaux puissent être utilisés en petites quantités, il convient de veiller à ce qu'ils soient correctement stockés, manipulés et transportés ;
- Les transformateurs présents sur le site contiennent des huiles. Ces unités sont généralement très bien isolées, mais des précautions doivent être prises pour s'assurer que des mesures adéquates de prévention des déversements sont en place ;
- Le contenu des batteries lithium-ion est toxique s'il est éliminé de manière incorrecte.
- Les eaux usées et les déchets sanitaires sur le site sont susceptibles de contaminer les sols et les eaux souterraines en cas de mauvaise gestion.
- Seules de petites quantités de carburants peuvent être stockées pour les véhicules du site et les générateurs d'urgence.

Néanmoins, cette pollution ne devrait pas avoir lieu pour les eaux souterraines, du fait de la présence d'une couche d'argile protectrice (§ 8.3).

Le lavage des panneaux n'est pas une source de contamination. En effet, ces eaux seront évaporées pour une partie et ruisselleront au pied du panneau pour une autre partie. Ces eaux seront uniquement chargées en particule sans autre polluants dans la mesure où aucun produit additif ne sera utilisé pour le lavage. Elles ne sont pas considérées comme source d'impact.

Tableau 38 : Sol et eaux souterraines – Intensité des impacts en phase d'exploitation

Impact	Intensité	Justification
Pollution des sols	Faible	Compte tenu de la réduction des activités durant la phase d'exploitation, l'intensité de ces impacts sera négligeable à faible
Pollution des eaux souterraines	Négligeable	

8.6.1.2 Evaluation des impacts

Tableau 39 : Pollution du sol et des eaux souterraines – Importance des impacts en phase d'exploitation – Centrale solaire et voie d'accès

Impact	Intensité	Récepteur	Sensibilité	Importance de l'impact
Pollution accidentelle du sol	Faible	Sol	Faible	Insignifiante
Pollution accidentelle des eaux souterraines	Négligeable	Eaux souterraines	Moyenne	Insignifiante

8.6.2 Mesures d'atténuation

Tableau 40 : Pollution du sol et des eaux souterraines – Mesure d'atténuation en phase d'exploitation

Impact	Mesures d'atténuation	Responsabilité	Calendrier
Pollution du sol et des eaux souterraines Déversement/déboisement des eaux usées sanitaires	Mettre en place les mesures d'atténuation concernant la gestion des déchets et des matières dangereuses en phase d'exploitation (Chapitre 10)	EPC et QIT	Exploitation
	Développer un plan de gestion des eaux usées.	EPC / QIT	Exploitation
	Aucune eau usée domestiques non traitées ne sera rejetée dans le milieu naturel	EPC / QIT	Exploitation
	La fosse septique mise en place en phase de construction sera utilisée pour le raccordement des toilettes et des eaux grises issues des lavabos et des douches.	EPC / QIT	Exploitation
	La fosse sera vidangée par un opérateur agréé avant que son contenu n'ait atteint 80 % de sa capacité.	EPC / QIT	Exploitation
	Inspection régulière de la fosse septique pour s'assurer de son bon fonctionnement.	EPC / QIT	Exploitation

8.6.3 Impacts résiduels

Tableau 41. Pollution du sol et des eaux souterraines – Importance de l'impact résiduel en phase d'exploitation

Impact	Récepteur sensible	Importance	Atténuation	Importance de l'impact résiduel
Pollution accidentelle du sol	Sol	Insignifiante	Oui	Insignifiante
Pollution accidentelle des eaux souterraines	Eaux souterraines	Insignifiante	Oui	Insignifiante

9. Eaux superficielles et pluviales

9.1 Introduction

Cette section présente la méthodologie, les résultats et les recommandations de l'évaluation de l'impact du projet sur les eaux superficielles et pluviales. Cette évaluation prend en compte les activités pendant la construction et l'exploitation du projet.

La zone d'étude pour cette évaluation couvre le site immédiat du projet.

9.2 Méthodologie

La démarche d'évaluation des impacts du projet sur les eaux superficielles et pluviales comprend une analyse documentaire détaillée pour objet de recueillir les informations de référence sur le réseau hydrographique, les bassins versants, les apports en eaux de surface et les risques d'inondation. En plus de cette analyse bibliographique, les résultats de l'étude hydraulique réalisée par Ginger Burgeap en 2023 seront aussi intégrés dans cette étude.

9.3 État de référence

9.3.1 Topographie

Le relief de la zone d'étude se présente sous forme d'une zone relativement plane, avec la présence d'un ravin (n°1) ou dépression longitudinale qui traverse le site de l'Est vers le Nord-Ouest et qui correspond à un chenal d'écoulement des eaux de débordements entre la zone humide du cimetière de Lamadji, située à l'Est et d'une autre dépression située à l'Ouest. Ce ravin s'écoule de l'Ouest vers l'Est avec une largeur comprise entre 80 m à plus de 130 m.

Le fond de l'oued est compris entre 290 m (à l'Est) et 291 m. Il a une profondeur comprise entre 1,6 m et près de 2 m.

Un autre ravin (n°2) est présent à l'Est du site. Il s'écoule vers le Nord et franchit le mur du cimetière Lamadji à l'Est immédiat du site, puis le cours d'eau « Longe ».

En dehors des ravins ou les oueds, les altitudes mesurées lors des campagnes topographiques de 2018 par le bureau d'études Bares, indiquent des valeurs comprises entre 291,5 m, au Sud-Ouest à 294,4 m au Sud (centre parcelle), soit un dénivelé maximum de 2,90 m.

La partie Sud-Ouest du site correspond à l'extrémité d'une vaste dépression, avec des altitudes minimales sur site de 291,50 m.

Une piste franchit le site au milieu du Sud vers le Nord. Des dalots sont présents au niveau du franchissement du ravin n°1 par cette piste.

Globalement, le terrain du site est presque plat et horizontal, avec des altitudes qui varient entre 291,5 m et 294,4 m au-dessus du niveau de la mer, soit un dénivelé maximum de 2,9 m. Les principales inclinaisons de la surface du terrain montrent des valeurs qui s'élèvent entre 0 et 3°. Le terrain comprend trois dépressions aréiques, dont la plus importante est celle qui se situe à l'ouest du site, présentant une profondeur allant de 0,5 à 0,8 m. Deux autres dépressions un peu plus petites se trouvent respectivement dans la partie centrale et la partie Est du site. Elles présentent des profondeurs un peu plus faibles qui varient entre 0,1 et 0,3 m (figure suivante).

Figure 35 : Topographie du site de Lamadji



Source : Plan topographique – QIT - 2018

9.3.2 Le Chari et ses affluents et ancien bras

Le site de Lamadji se trouve au sud du bassin du Lac Tchad qui est l'un des plus grands bassins endoréiques d'Afrique, dont le principal cours d'eau est le Chari. Le Chari prend sa source en amont de Fort-Archambault dans le massif de Yadé en République Centrafricaine et résulte de la jonction de plusieurs rivières. Ensemble, sont régulièrement en crue après le début de la saison des pluies (en juin) pour atteindre le maximum en octobre-novembre. Lors des débordements du Chari, les anciens chenaux et bras sont mis en eau et alimentent des dépressions comme celles présent au droit du site. Les eaux sont ensuite évacuées par infiltrations et/ou évaporations.

Les inondations sont drainées par des anciens bras ou des canaux. Toutefois certains sont obstrués par des déchets ou remblais qui provoquent des débordements en cas de crue.

Photographie 1 : Quartier inondé de N'Djaména 10/2022



Source : Etude hydraulique Ginger Burgeap – 2023

Le Chari et ses affluents sont régulièrement en crue après le début de la saison des pluies. En général, la période de crues commence en juin et atteint son apogée en octobre ou novembre et se poursuit jusqu'en décembre. Le recul des crues a habituellement lieu fin novembre. La décrue est régulière dès fin octobre.

L'étiage s'étale de décembre à juin. Le niveau d'eau le plus bas est mesuré en avril ou mai (débit moyen mensuel minimum environ 8 m³/s fleuve quasi à sec).

Depuis l'installation de la station, une baisse notable des débits moyens et de pointe a été constatée à partir de 1971-1972 à N'Djamena (env. 36%). Pendant la période humide le débit moyen interannuel est de 1 243 m³/s, alors qu'il a été estimé à 563 m³/s entre 1982 et 1997, pour une moyenne de 823 m³/s entre 1960 et 2015.

Figure 36 : Débits moyens mensuels de Chari à N'Djamena – Période 1933-1991

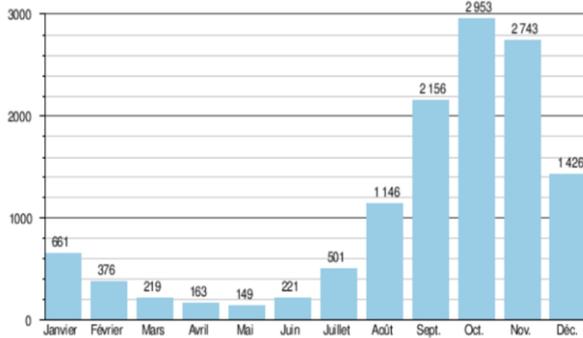
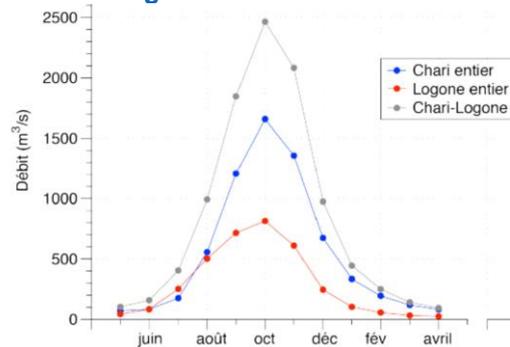


Figure 37 : Débits moyens mensuels du fleuve Chari-Logone – Période 2005-2015



9.3.3 Hydrographie locale

Le site est situé à environ 13km à l'Est de Chari, dans un milieu caractérisé par le développement de multiples dépressions et **oueds** (anciens bras). Ces figures **hydrographiques** accueillent de l'eau pendant 6 à 8 mois par an. Lorsque le niveau de l'eau est élevé pendant la saison des pluies **et** en fonction de l'intensité de celles-ci, il est possible que l'ensemble du terrain soit inondé.

Ces oueds **ou bras** sont notamment alimentés par les débordements du Chari au Sud et rejoignent le lac du Tchad au Nord.

Par exemple l'oued 1 franchit le site et s'écoule de l'Ouest vers l'Est. Il a une largeur comprise entre 80 m à plus de 130m, avec une profondeur comprise entre 1,6 m et près de 2 m. Le fond de cet oued est compris entre 290 m (à l'Est) et 291 m. Il permet de faire la jonction entre la grande dépression ou zone humide du cimetière Lamadji à l'Est et l'autre grande zone humide située à l'Ouest des panneaux projetés. Le fond de cet oued est localement composé d'argile, il est relativement arboré. Il franchit le mur du cimetière par une large ouverture sous le mur de plus de 70 m de longueur et de 20 à 60 cm de hauteur.

Photographie 2 : Végétation arborée au niveau de l'oued n°1 au Nord-Ouest du site

Source : Etude hydraulique Ginger Burgeap - 2023

Une piste orientée Sud-Nord traversant le terrain au centre, franchit l'oued 1 en biais. D'importantes ornières sont présentes localement aux abords de l'oued ravin (profondeur 30 à 40cm), en raison du passage régulier de camions. On note par ailleurs que la piste présente plusieurs tracés au niveau du franchissement l'oued 1.

Photographie 3 : Piste franchissant l'oued n°1 (Formation d'ornières dues aux camions)

Source : Etude hydraulique Ginger Burgeap - 2023

Localement on observe un petit chenal d'écoulement le long du mur (côté projet) avec des petits secteurs d'érosion, ce qui dénote de vitesses d'écoulement plus importantes le long du mur avec des zones potentielles de turbulences

A proximité immédiate du projet on notera plus particulièrement un autre oued n°2 à l'Est du site, situé derrière le mur du cimetière de Lamadji et qui communique avec la grande dépression ou zone humide du cimetière. Cette dépression reste en eau une partie de l'année. Le fond de l'oued est composé d'argile. Les écoulements sont orientés vers le Nord. Ils franchissent le mur du cimetière à l'angle Nord-Ouest du cimetière par une large ouverture sous le mur de plusieurs dizaines de mètres de large (> 30 m) et 3 buses $\approx \varnothing 500$ situées sous le mur.

La hauteur de l'ouverture est comprise entre 20 et 60 cm .

Photographie 4 : Oued n°1 au niveau du mur du cimetière



Source : Etude hydraulique Ginger Burgeap - 2023

La dépression du cimetière est située à moins de 200 m à l'Est. Cette dépression relativement plate et étendue (> 1 km²) est de faible profondeur (ordre de grandeur 1 m) et était en eau lors des visites de mars 2023. Elle s'assèche lors des périodes sèches par infiltration et évaporation. Elle reste toutefois en eau 2 à 4 mois dans l'année

Photographie 5 : Zone humide du cimetière en eau à l'Est du site



Source : Etude hydraulique Burgeap - 2023

Une autre dépression est située à 480 m à l'ouest du projet. Elle est alimentée en partie par l'oued qui traverse le site. La partie Sud-Ouest du site du projet est reliée à cette dépression. Lors des périodes riches en précipitations, le niveau de l'eau peut être si élevé que l'oued n°1 et les grandes dépressions situées à l'Est et à l'Ouest sont hydrauliquement reliés les uns aux autres, ce qui n'est pas le cas lorsque les précipitations sont moins importantes. L'excédent d'eau qui ne peut pas s'écouler dans le Chari en raison de l'absence d'inclinaison, stagne pendant plusieurs mois dans les deux dépressions. En fonction des précipitations saisonnières, il arrive régulièrement que l'eau y stagne pendant un à deux mois avant de s'évaporer complètement.

L'ensemble du secteur est relativement plat, ce qui favorise la propagation des inondations.

On notera que la piste d'accès située au sud du cimetière longe un large fossé de près de 1 à plus de 2 m de profondeur localement. Il était partiellement en eau lors des visites de mars 2023. Le fossé longe un mur de terre qui correspond aux déblais du fossé. D'après les riverains, ce système fossé / merlon n'a pas de vocation hydraulique mais représente uniquement un système défensif contre d'éventuelles attaques de N'Djamena.

Photographie 6 : Piste d'accès avec mur de cimetière au Nord et fossé au Sud de la piste



Source : Etude hydraulique Burgeap - 2023

9.3.3.1 Analyse du risque d'inondabilité du site

D'après les résultats de l'étude hydraulique¹¹ réalisée en 2023, on peut dégager les conclusions suivantes :

- la récurrence des crues sur le secteur (en moyenne tous les 2 ans, voire tous les ans à la saison humide de mai à décembre, pour les axes d'écoulement principaux.
- le niveau maximal d'inondation estimé pour une crue type d'octobre 2020 ou 2022 au droit du site est voisin de **292,50 m**, ce qui a été confirmé lors des entretiens menés par Boden and Wasser avec la population locale. Il s'agit bien évidemment d'une hypothèse en l'absence de mesures réelles.

En effet, l'ensemble de la partie située à une altitude inférieure à 292,50 m sur le site topographié a été délimité en bleu clair et correspond à un aléa inondation faible (figure suivante)

Les autres lignes cartographiées permettent de distinguer différentes zones potentiellement inondées, par rapport à la côte de référence de **292,50 m**, et la récurrence du risque inondation :

- Aléa très faible 0 à 0,25 m : risque très faible avec une hauteur d'eau < 25cm, récurrence très faible ;
- Aléa faible 0,25 à 0,5 m : risque faible avec une hauteur d'eau < 50cm, récurrence faible ;
- Aléa moyen 0,5 à 0,75 : risque moyen avec une hauteur d'eau < 75cm, récurrence moyenne ;
- Aléa fort 0,75 à 1m : risque fort avec une hauteur d'eau < 75cm, récurrence forte ;
- Aléa très fort > 1m : risque très fort avec une hauteur d'eau > 1 m, récurrence très forte.

Sur l'ensemble de la parcelle, on distingue :

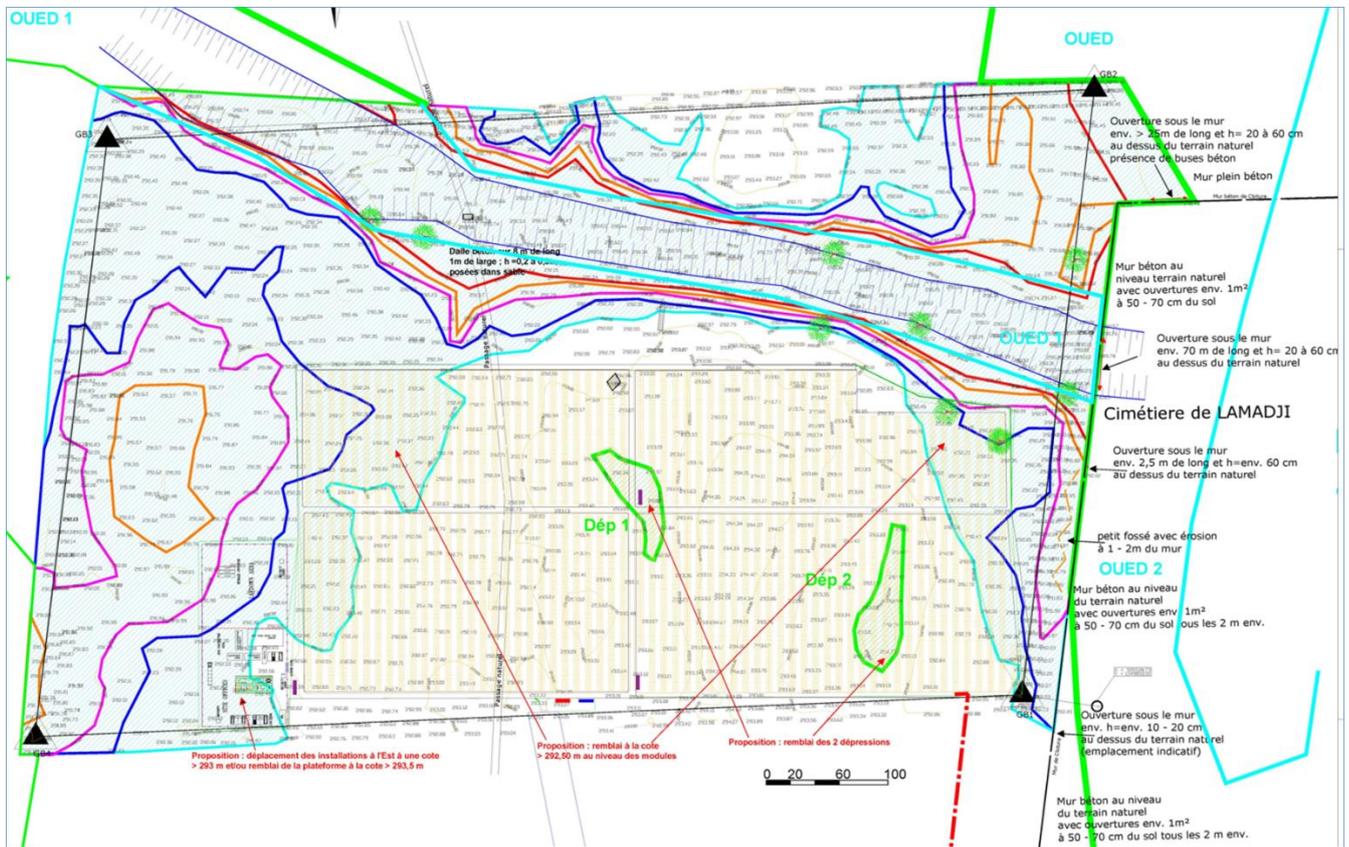
- L'Oued n°1 qui traverse le site d'Est en Ouest : largeur potentiellement inondée supérieure à 100 m avec localement des zones plus profondes comprises entre 2,5 m à l'Est vers le cimetière jusqu'à plus d'1,5 m à l'Ouest ;

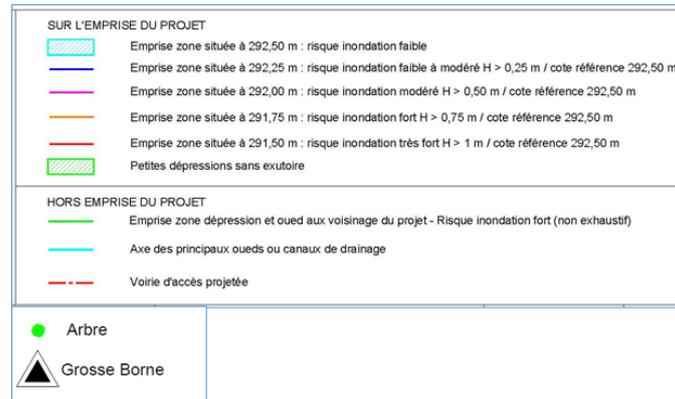
¹¹ référencée Réf : 1016147-01/INT6000000/ CEAXP230028

- La zone Ouest du site avec des hauteurs d'eau potentielles supérieures localement à 1 m ; La zone a une largeur comprise entre 170 m au sud à 310 m au voisinage de l'oued n°1 ;
- La zone Est au sud de l'oued n°1 est potentiellement inondée sous moins de 50 cm de hauteur d'eau et sur une largeur comprise entre 150 m au Nord à quelques mètres au Sud vers la borne GB1 ;
- La zone située au Nord-Est est largement inondée avec une hauteur d'eau inférieure ou égale à 1m. Cette zone est connectée à l'oued n°2 qui longe le mur du cimetière à l'Est ;
- Deux petites dépressions situées au Sud de la parcelle n'ont pas d'exutoire et peuvent se remplir lors de pluies et rester en eau durant la période des pluies :
 - Dép 1 (Superficie 2110 m², profondeur max 20 cm, cote entre 292,81 et 293,01 m) ;
 - Dép 2 (Superficie 2780 m², profondeur max 37 cm, cote entre 292,73 et 293,10 m).

On notera que les parties Ouest et Est des modules sont potentiellement concernées par le risque inondation. Les deux petites dépressions (Dép 1et Dép 2) sont situées dans le secteur des modules.

Figure 38 : Site de Lamadji : analyse du risque inondation et propositions d'aménagement





Source : Etude hydrologique – Site de Lamadji – Ginger Burgeap 2023

9.3.3.2 Risque d'érosion

Le terrain étant relativement plat, la vitesse d'écoulement des eaux de pluie est faible et l'écoulement des inondations ne provoque aucune érosion significative car la montée des crues est lente et progressive. De même les pentes de berge des oueds et les autres fossés ou dépressions voisines sont globalement faibles à très faibles et ne sont pas susceptibles de subir des érosions. Toutefois, ce risque peut être ressenti le long du mur du cimetière, en raison de la petite dimension des ouvertures sous ce mur qui provoquent une mise en charge et une augmentation des vitesses de l'eau.

9.4 Récepteurs sensibles

Le tableau suivant présente les récepteurs potentiels identifiés et leurs sensibilités vis-à-vis les activités projetées.

Tableau 42 : Eaux superficielles et pluviales – Récepteurs sensibles

Récepteur sensible	Sensibilité	Justification
Dépressions Est et ouest, tracé de l'oued 1, petites dépressions au centre des panneaux.	Moyenne	En périodes de pluies, les eaux superficielles du site se dirigent soit vers l'oued 1 au nord ou vers les dépressions proches qui sont des milieux récepteurs.
Usagers d'eau pluviale	Moyenne	Certaine population utilisent les eaux stagnées pour irriguer quelques parcelles autour des zones inondées.
Limite ouest du cimetière Lamadji, les berges de l'oued n°1	Faible	Présence des ouvertures de petites tailles sous le mur du cimetière Lamadji favorisant la mise en charge et l'augmentation de la vitesse des eaux de surface circulées. Les berges de l'oued n°1 sont localement abruptes.

9.5 Impacts et mesures en phase des travaux

9.5.1 Impacts

9.5.1.1 Description des impacts

Site de la centrale

La zone du projet est située dans une zone inondable. L'insuffisance des réseaux de drainage naturel ou anthropique ne fait qu'amplifier les stagnations d'eau au niveau et autour du site. Les zones les plus sensibles sont l'axe de l'oued 1, les grandes dépressions Est et Ouest et les petites dépressions au milieu des panneaux solaires (Dép 1 et Dép 2).

Cette situation aura par conséquence, en plus des inondations et des boues à de fortes profondeurs, l'installation à chaque saison de pluies, des matières fécales entraînées par le ruissellement, dégradant ainsi le cadre de vie local.

Cette situation peut être aggravée par les travaux du chantier qui peuvent participer à la dégradation de la qualité des eaux accumulées, par :

- la mise en suspension de particules fines ;
- le relargage des polluants chimiques issus de produits stockés dans l'emprise des travaux, de fuites accidentelles ; des rejets directs des eaux de lavage des engins, des coulis de béton, etc ;
- des hydrocarbures stockés pour l'alimentation des machines et des engins de chantier ;
- de produits divers tels que des huiles, des adjuvants, des peintures, etc.

Selon le compte-rendu de 2019, relatif à la situation hydrologique du site de Lamadji, référencée 18656G-1 et l'étude hydraulique et d'inondabilité, référencée 1016147-01 / INT6000000 / CEAXP230028, il n'est pas possible de dévier les eaux de crue car le terrain présente une structure extrêmement plate. Ainsi, l'insuffisance des réseaux de drainages naturels ne font qu'amplifier les stagnations.

Un autre risque correspond au risque d'érosion le long du mur du cimetière Lamadji, en raison de la faiblesse des ouvertures sous le mur qui provoque une mise en charge et une augmentation des vitesses. Le sol est peu cohésif à proximité du mur et le risque d'érosion est qualifié de moyen à fort.

Les berges de l'oued n°1 sont localement abruptes et peuvent être érodées lors du passage de véhicules ou en cas de montée rapide des eaux lors de fortes précipitations.

Ligne électrique et voies d'accès

Les impacts potentiels concernent notamment les débordements en eaux issues du cimetière Lamadji vers le tracé de la piste d'accès et la pollution de ces eaux au moment des travaux. En effet, pendant et après la période des pluies, les bras morts de la dépression de Lamadji peuvent revivre à nouveau en générant des débordements sur certains tronçons de la voie d'accès et de la ligne électrique (figure suivante) ; ainsi, la présence le long du tracé d'un sol hydromorphe qui se décompose immédiatement en contact avec l'eau, peut empêcher la circulation des engins et des matériaux dans certaines zones de travaux.

Les autres impacts potentiels concernent, surtout la dégradation de la qualité des eaux stagnées par les rejets liquides et solides issus des employés et des produits utilisés s'ils ne sont pas bien gérés. En tous cas, ces impacts sont faibles et localisés.

Erosion

Le risque d'érosion est relativement faible sauf ponctuellement lorsque les ouvertures sont faibles et que la mise en charge s'accroît ainsi que les vitesses.

Des ouvrages sous-dimensionnés pour le drainage des eaux pluviales pourraient accroître ce phénomène d'érosion.

Tableau 43 : Eaux superficielles et pluviales – Intensité des impacts en phase de construction

Impact	Intensité	Justification
Modification des écoulements des eaux superficielles et du drainage des eaux pluviales.	Moyenne	La zone du projet est en zone inondable avec des stagnations importantes des eaux pluviales. Les travaux d'aménagement du site peuvent potentiellement modifier les zones d'écoulement des eaux pluviales et déplacer et/ou aggraver les zones d'inondations pouvant impact les infrastructures et/ou habitats alentours.

Impact	Intensité	Justification
		La mise en place de la voie d'accès qui sera rehaussée peut également constituer un obstacle à l'écoulement des eaux en provenance du cimetière. L'intensité est moyenne.
Accroissement de l'érosion	Faible	Les risques d'érosion sont faibles sauf en cas d'ouvrages de drainage sous-dimensionnés. L'intensité est faible.

9.5.1.2 Evaluation des impacts

Tableau 44: Eaux superficielles et pluviales – Importance des impacts en phase de construction –

Impact	Intensité	Récepteur	Sensibilité	Importance de l'impact
Modification des écoulements des eaux superficielles et du drainage des eaux pluviales.	Moyenne	Zones Est et ouest des modules, oued 1, petites dépressions (dép1 et dép2).	Moyenne	Modérée
Accroissement de l'érosion	Faible	Site et voies d'accès le long du cimetière	Moyenne	Mineure

9.5.2 Mesures d'atténuation

Tableau 45 : Eaux superficielles et pluviales – Mesures d'atténuation en phase de construction – Centrale solaire et voie d'accès

Impact	Mesure d'atténuation	Responsabilité	Programme
	Elaboration d'un plan de drainage des eaux superficielles et pluviales du site, de la voie d'accès et de la ligne électrique y compris pour les installations de chantier	EPC	Avant le démarrage des travaux
Modification des écoulements des eaux superficielles et du drainage des eaux pluviales.	<p>La déviation de l'oued 1 au nord du site ne minimiserait pas le risque d'inondation et ne serait donc pas efficace. Donc pour éviter le risque d'inondation on prévoit :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mettre en place sur le site sur la zone la moins sensible aux inondations - De rehausser les parties basses de la plateforme et de la voie d'accès à un niveau sécuritaire, supérieur à 292,5 m par rapport au niveau marin ; - de ne pas installer d'éléments d'infrastructure tels que des stations transformatrices ou d'onduleurs, des entrepôts ou autres similaires dans les zones à risque d'inondation. - En cas de mise en place de mur béton ou autre "continu" anti-intrusion, nous recommandons de laisser des espaces libres en pieds de mur pour l'écoulement des eaux, comme c'est le cas au niveau du cimetière de Lamadji. - Dimensions minimales préconisées : hauteur des ouvertures préconisée est entre 50 cm à 1m - Il est déconseillé de réaliser des travaux pendant la saison des pluies (avril à octobre) en raison de l'ampleur des inondations et 	EPC	Conception / travaux

Impact	Mesure d'atténuation	Responsabilité	Programme
	des risques de dégradations des chaussées et d'embourbement des véhicules. - La période la plus favorable est la saison sèche de novembre à mars, et en particulier la période de basses eaux du Chari de janvier à mars. - En cas de retard de calendrier d'exécution, éviter les travaux lors des pluies lorsque le système de drainage n'est pas opérationnel. Prévoir un aménagement pour la décantation en aval du système de drainage pour limiter la turbidité dans la zone humide		
	- il est difficile de dévier les eaux de crue présentant sur le site, car le terrain présente une structure extrêmement plate, il n'est pas donc possible de réaliser un drainage efficace. Pour pallier à ce problème, il est recommandé: - d'excaver environ 0,2 m et de compacter le sol ; - de recouvrir cette plate-forme d'un mélange de sable et de graviers bien compactable ou d'un matériau de drainage en utilisant comme couche intermédiaire une membrane étanche (géotextile) combinée à une géogrille. Le remblai devra être aménagé par couches de 0,2 m d'épaisseur. Le géotextile ou la géogrille peut être remplacé par du grillage avec du tissu utilisé pour des sacs (jute, polyester) ; - Le degré de compactage de la couche de recouvrement devrait s'élever à 98 % de la densité obtenue à l'essai Proctor. - La surface de la voie de chantier doit être dotée d'une section transversale inclinée d'un seul côté et dont la pente sera au minimum de 3°.	EPC et sous-traitants	Travaux
Accroissement de l'érosion	Veiller à maintenir le drainage des eaux pluviales de manière à limiter des zones de stagnation et éviter les phénomènes d'érosion.	EPC et sous-traitants	Travaux

9.5.3 Impacts résiduels

Tableau 46. Eaux superficielles et pluviales – Importance de l'impact résiduel –Phase de construction

Impact	Récepteur sensible	Importance	Atténuation	Importance de l'impact résiduel
Modification des écoulements des eaux superficielles et du drainage des eaux pluviales.	Zones Est et ouest des modules, ravin nord, petites dépressions du centre sud.	Modérée	oui	Mineure
Accroissement de l'érosion	Le site, l'aménagement de la voie d'accès et la ligne électrique	Mineure	oui	Négligeable

9.6 Impacts et mesures en phase d'exploitation

9.6.1 Impacts

9.6.1.1 Description des impacts

Selon l'étude hydraulique, les zones Est et ouest sont les zones les plus sensibles au risque d'inondation.

En plus, des mesures recommandées précédemment pour la mise à niveau de la plateforme lors des travaux (excavation, compactage, mise en place du matériel drainant, géotextile, etc) d'autres risques peuvent intervenir pour les installations et aménagements projetés.

Concernant les voiries d'accès, celles-ci ne franchissent pas d'oued ou fossé ou dépression. Les pistes peuvent néanmoins subir des ruissellements importants lors de la période des pluies.

Ainsi, les sols présents sur le champ de Lamadji ont une très faible teneur en argile et tendent ainsi très peu au gonflement et au retrait (au niveau des sondages réalisés). Ainsi, il a été considéré par Boden and Wasser qu'il n'est pas nécessaire de prendre des mesures particulières contre les sols sensibles au gonflement et au retrait. Seul le secteur de l'oued 1 a été identifié comme présentant un fond argileux.

Drainage des eaux pluviales

La prise en compte des contraintes liées à l'inondabilité du site ne va modifier fortement les zones d'écoulement des eaux pluviales car l'implantation de panneaux et des infrastructures est réalisé dans la zone non inondable sauf ponctuellement des nécessités de mise en place de remblai. . Toutefois un réseau de drainage des eaux pluviales sera mis en place. Les exutoires de ce réseau de drainage pourraient créer de nouvelles zones de stagnation des pluies en cas de dysfonctionnements.

Erosion

Par ailleurs, l'écoulement des eaux de pluie sur les modules peut concentrer l'eau vers le bas des panneaux et provoquer une érosion du sol à l'aplomb de cet écoulement. Il est important donc d'éviter ce risque d'érosion et d'assurer une répartition homogène de l'écoulement des eaux de pluie sur le sol. Afin de répartir le ruissellement sous les panneaux, les modules qui les constituent peuvent être légèrement espacés.

En cas de dysfonctionnement des ouvrages de drainage de la voie d'accès il y a un risque de développement d'érosion au droit de ces ouvrages.

Pollution des eaux pluviales

Les eaux pluviales peuvent être contaminées en cas de ruissellement sur des zones polluées par des éventuels déversements ou fuites accidentelles (fuite d'huile ou de graisse au niveau des moteurs des trackers, déversement de gas-oil au niveau du générateur de secours, etc...). Des opérations de maintenance régulière réduisent ces risques.

Une montée des eaux et une inondation au niveau des transformateurs et du système de stockage de batterie pourraient créer des désordres et entraîner des fuites d'huile diélectrique qui pourraient contaminer les eaux pluviales.

Tableau 47 : Eaux superficielles et pluviales – Intensité des impacts en phase d'exploitation

Impact	Intensité	Justification
Modification des écoulements des eaux superficielles et du drainage des eaux pluviales.	Faible	Le mauvais entretien des réseaux d'eaux pluviales peut modifier le drainage et entraîner des zones d'accumulation. Le projet étant mis en place en grande partie sur la zone non inondable, l'intensité est faible.

Impact	Intensité	Justification
Accroissement de l'érosion	Faible	Le dysfonctionnement du réseau de drainage mis en place peut accroître l'érosion. L'intensité est faible.
Pollution des eaux pluviales en cas de ruissellement sur des zones polluées	Faible	En cas de mauvaise gestion des zones de stockage des déchets et en cas de déversement accidentel, le contact de la pluie avec ces zones peut engendrer une contamination des eaux pluviales.

9.6.1.2 Evaluation des impacts

Tableau 48 : Eaux superficielles et érosion – Importance des impacts en phase d'exploitation

Impact	Intensité	Récepteur	Sensibilité	Importance de l'impact
Modification des écoulements des eaux superficielles et du drainage des eaux pluviales.	Faible	Milieu naturel	Moyenne	Mineure
Accroissement de l'érosion	Faible	Site / voie d'accès	Faible	Négligeable

9.6.2 Mesures d'atténuation

Tableau 49 : Eaux superficielles et pluviales – Mesure d'atténuation en phase d'exploitation

Impact	Mesures d'atténuation	Responsabilité	Calendrier
	Elaboration d'un plan de gestion de drainage des eaux pluviales	EPC/QIT	Exploitation
Modification des écoulements des eaux superficielles et du drainage des eaux pluviales.	Afin de ne pas favoriser la stagnation des eaux de ruissellement sur la parcelle de projet et sur certains tronçons de la voie d'accès, nous préconisons la réalisation d'une légère pente longitudinale du terrain de l'Est vers l'Ouest (type 0,1%). Un petit fossé périphérique pourra être aménagé afin de drainer les eaux de précipitation vers l'oued ou les zones humides à l'Ouest ou à l'Est de la plateforme.	EPC	Conception
Accroissement de l'érosion	Le système de collecte des eaux de ruissellement et les ouvrages des eaux pluviales de la route d'accès seront inspectés au début d'un épisode de pluie pour veiller à ce qu'aucune obstruction n'entraîne des débordements.	EPC /QIT	Exploitation
	L'efficacité des mesures d'atténuation et de prévention de l'érosion aux points d'évacuation d'eau de pluie sera vérifiée après les fortes pluies pour veiller à l'adéquation des mesures de conception. Dans le cas contraire, celles-ci devraient être mises à niveau pour faire face aux débits d'eaux pluviales	EPC/QIT	Exploitation
Contamination des eaux pluviales	Les transformateurs, la zone des batteries sont installées de manière à ce qu'elles ne puissent être inondées même lors de pluies exceptionnelles (installation dans le site du projet le moins vulnérable aux inondations, et mise en place de plateforme surélevée).	EPC	Conception

Impact	Mesures d'atténuation	Responsabilité	Calendrier
	Le site sera inspecté régulièrement pour s'assurer qu'aucun déversement ne s'est produit dans des zones susceptibles d'être affectées par le ruissellement des eaux pluviales.	EPC / QIT	Exploitation
	Tout déversement doit être immédiatement contenu et nettoyé afin d'éviter toute contamination directe ou indirecte des sols et des sources d'eau.	EPC / QIT	Exploitation
	Les zones de stockage des déchets doivent être conçues de manière à ce que l'eau de pluie n'entre en contact en aucun point avec les déchets.	EPC / QIT	Exploitation
	Tout déversement doit être immédiatement contenu et nettoyé, afin d'éviter toute contamination directe ou indirecte des sols et des sources d'eau.	EPC / QIT	Exploitation

9.6.3 Impacts résiduels

Tableau 50 : Eaux superficielles et pluviales – Impacts résiduels pendant la phase d'exploitation

Impact	Récepteur	Importance de l'impact	Atténuation	Importance de l'impact résiduel
Modification des écoulements des eaux superficielles et du drainage des eaux pluviales.	Milieu naturel	Mineure	Oui	Négligeable
Accroissement de l'érosion	Site / voie d'accès	Négligeable	Oui	Négligeable

10. Déchets solides et matières dangereuses

10.1 Introduction

Les déchets non dangereux et les matières dangereuses sont à l'origine de nombreux impacts environnementaux, s'ils ne sont pas correctement entreposés et/ou gérés, comme la contamination directe du sol et la contamination indirecte des récepteurs sensibles, conduisant à de graves problèmes de santé publique et d'environnement.

Avec une bonne gestion, une grande quantité des matériaux mis au rebus peut être réduite, réutilisée ou recyclée ; et les matières dangereuses peuvent être contenues de manière adéquate et gérées en réduisant le risque d'impact sur l'environnement et la santé publique.

10.2 Méthodologie

Pour réaliser l'évaluation des impacts, des informations spécifiques ont été passées en revue dans le cadre de l'étude documentaire :

- Une évaluation des normes et des lignes directrices nationales et internationales applicables identifiées dans les normes de performance de l'IFC ;
- Les informations sur la construction et l'exploitation du projet permettant d'identifier les sources et types de déchets produits.
- Identification des récepteurs sensibles.

Les principaux objectifs du chapitre sont d'identifier les éléments suivants :

- Les matières requises ou produites sur place pouvant présenter des menaces importantes ou potentielles pour la santé publique ou l'environnement ;
- Les alternatives disponibles quant à la réduction, la réutilisation, le recyclage et la récupération de tous les flux de déchets ;
- Les possibilités de réduire les flux de déchets dès le lancement du projet, pour réduire ainsi la quantité de déchets envoyés à la décharge ;
- La spécification de méthodes pour la séparation des flux de déchets dans l'installation, et
- L'exposition en détail des méthodes permettant l'entreposage, le transfert et le traitement en toute sécurité des matières dangereuses.

10.3 État de référence

La ville produit plus de 800 tonnes de déchets par jour, dont une faible partie (15 à 20 %) est collectée, puis, transportée dans la périphérie urbaine, dans des dépotoirs à ciel ouvert.

Les déficiences de la gestion des déchets solides ont des impacts importants sur la santé des populations et la qualité de leur environnement. L'absence de collecte des déchets entraîne une dispersion des déchets et l'obturation des systèmes de drainage des eaux pluviales et des débordements en période pluvieuse.

Les dépotoirs sont des sources de pollution des sols et des nappes phréatiques et augmente la prolifération des maladies hydriques, comme le choléra, la fièvre typhoïde, le paludisme, les diarrhées, en particulier, chez l'enfant.

Aucun système de collecte des déchets domestiques et ménagers n'est assuré dans la commune du 10^{ème} arrondissement.

Concernant les déchets industriels y compris les déchets dangereux, la société parapublique SOTRADA (Société tchadienne de traitement des déchets et d'assainissement) spécialisée dans le traitement de ces déchets est opérationnelle depuis 2011. Elle assure la gestion complète du cycle de déchet : collecte, transport jusqu'aux processus de récupération, recyclage, valorisation, régénération et élimination. L'unité de traitement est située dans la ville de Moundou à environ 400 km de la ville de N'Djamena.

Jusqu'à présent, la SOTRADA est spécialisée dans le traitement des déchets dangereux contenant des hydrocarbures, notamment les huiles usagées¹².

10.4 Récepteurs sensibles

Tableau 51 : Déchets dangereux et non dangereux - Récepteurs sensibles

Récepteur	Sensibilité	Justification
Sols Eaux souterraine Eaux superficielles	Moyenne	<p>Une mauvaise gestion des déchets (non dangereux, dangereux) et des matières dangereuses, peut entraîner une contamination des sols et des eaux souterraines.</p> <p>Des déficiences dans la collecte peuvent aussi être une source d'obstruction des réseaux de drainage des eaux pluviales et source de contamination des eaux superficielles.</p> <p>La sensibilité est moyenne.</p>

10.5 Impacts et mesures en phase de construction

10.5.1 Impacts

10.5.1.1 Description des impacts

Pendant la phase de construction de la centrale photovoltaïque, de la ligne électrique et de l'aménagement de la voie d'accès, des déchets seront générés pendant les travaux de terrassement, de construction de la clôture, des chemins d'accès, ...etc. Ces déchets doivent correctement être gérés pour limiter la contamination du sol et de l'eau superficielle.

Le type de déchets susceptibles d'être produits en phase de construction sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 52 : Types et origine des déchets en phase de construction

Type de déchets	Origine
Déchets ménagers et assimilés	Employés, conteneurs et emballages des cantines, des aliments ou des boissons.
Déchets verts	Dessouchement et enlèvement des arbres sur site
Déchets industriels non dangereux	Bois Plastique Acier et fer Câbles Papier et emballage en carton Emballage en plastique Emballage métallique Emballage composé
Déchets inertes	Béton Terre et pierres
Déchets dangereux	Absorbants, matériaux de filtration (y compris les filtres à huile non spécifiés ailleurs), chiffons de nettoyage et vêtements de protection contaminés par des substances dangereuses. Huiles moteur synthétiques, huiles de transmission mécanique et lubrifiants

¹² Source : <https://www.facebook.com/101629471592252/posts/102540111501188/>.

Type de déchets	Origine
	Fuel-oil et diesel Filtres à huile Terres et pierres contenant des substances dangereuses Modules photovoltaïques endommagés Déchets d'équipements électroniques et électriques Batteries endommagées
Déchets médicaux et pharmaceutiques	Déchets de l'unité de soins : Médicaments expirés, les seringues, les bandages ensanglantés, les pansements, les gants, les pansements chirurgicaux, les coupures et débris tranchants, les fluides corporels.

► Déchets non dangereux

Durant la phase de construction, plusieurs activités produisent les déchets. Ces activités comprennent, mais ne se limitent pas au :

- Dégagement du site et nivellement ;
- Enlèvement des arbres ;
- Remblayage et excavation ;
- Construction de lignes électriques ;
- Construction d'une clôture de délimitation et de bureaux de chantier, et
- Stockage temporaire des eaux usées et la construction du réseau de drainage.

La phase de construction du projet impliquera également la production de déchets domestiques par les travailleurs (déchets de repas, emballages papier, emballage plastique, etc...).

Les déchets de construction inertes seront produits en faible quantité et ne devraient pas constituer une menace pour la santé humaine ou l'environnement. Cependant, une gestion appropriée est nécessaire pour réduire les impacts secondaires associés tels que l'utilisation des ressources, les émissions de poussières, la perturbation du paysage, l'apparition de parasites ou la destruction d'habitats.

Le projet prévoit la destruction d'environ 200 arbres qui vont constituer des déchets de bois et des déchets verts. Ces déchets devront être valorisés dans les filières locales : bois de chauffe pour la cuisson et branchages pour le bétail.

Les déchets non dangereux tels que le plastique, le bois, etc... seront également produits en petites quantités. Compte tenu de la qualité de ces matériaux certains peuvent trouver à être recyclés.

Le plan de restauration de la zone qui ne devrait pas être réutilisée après la phase de construction comprendra au minimum : le démantèlement de la plupart des structures temporaires, l'assainissement du sol, le remblayage des zones excavées si nécessaire, l'aménagement paysager et autres.

Un plan de démantèlement sera inclus dans le plan général de gestion des déchets.

► Déchets dangereux

Les activités susceptibles de produire des déchets dangereux sur le site sont :

- Entretien des engins et véhicules
- Fuite ou déversement accidentels de produits dangereux tels que les huiles, lubrifiants, hydrocarbures,
- Emballages usagés de lubrifiants, solvants, peinture, etc...
- Mise en place des installations électriques

Ces déchets même produits en petite quantité sont susceptibles de polluer l'environnement s'ils ne sont pas correctement gérés.

Les déchets dangereux doivent être triés et séparés des autres types de déchets. Ils doivent être correctement stockés afin de réduire les impacts négatifs potentiels.

Des installations et des infrastructures mal entretenues et inadéquates peuvent entraîner des fuites, ce qui peut provoquer une contamination du sol et des eaux souterraines. La contamination peut également résulter du transport par des fournisseurs de carburant ou des prestataires de services de gestion des déchets qui n'ont pas été approuvés par les autorités nationales/régionales.

Les panneaux photovoltaïques endommagés sont également une source de pollution liée à une partie de leurs composants. Des accords de retour avec le fournisseur doivent être mis en place pour assurer le recyclage de ces panneaux. Il est de même avec les batteries.

► **Déchets médicaux**

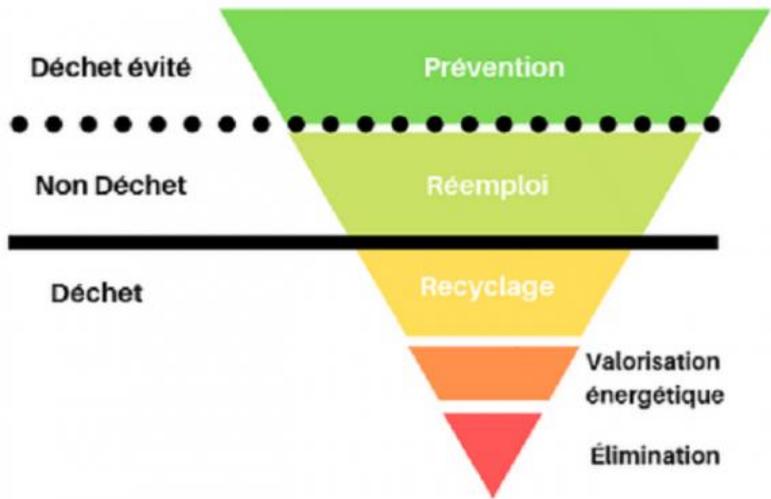
Le projet sera producteur de déchets médicaux en faible quantité. Cependant ces déchets de par leur nature sont des sources de pollution et de risques sanitaires. Une gestion adéquate (collecte, tri et élimination) est nécessaire.

► **Hierarchie de la gestion des déchets**

La hiérarchie de la gestion des déchets est un élément clé de la gestion des déchets. Minimiser la quantité de déchets à stocker et à éliminer permet non seulement de protéger l'environnement, mais aussi de réduire les coûts qui pourraient être engagés par le maître d'œuvre ou le promoteur peut avoir à supporter pour la manutention et l'élimination des déchets.

En général, la production de déchets est évaluée selon l'approche de minimisation des déchets. Cette approche de la hiérarchie des déchets est commune à plusieurs directives et principes nationaux et internes et implique les étapes suivantes par ordre décroissant d'importance, comme illustré dans la figure suivante.

Figure 39 : La hiérarchie de la gestion des déchets. Source : Zero Waste France



Dans un premier temps, il convient d'envisager les options permettant de prévenir ou de réduire la quantité de déchets générés. Lorsque la production de déchets ne peut être évitée ou réduite à la source, il convient d'explorer les possibilités de réutilisation des matériaux, que ce soit pour une utilisation identique ou différente. La mise en décharge est l'option la moins privilégiée dans la hiérarchie des déchets et constitue le dernier recours après que toutes les autres options sont envisagées.

► **Matières dangereuses :**

Il n'est pas prévu que la phase de construction nécessite des matières dangereuses en grande quantité. Toutefois, un stock de carburant sera nécessaire pour le fonctionnement des engins et des générateurs diesel.

Des huiles et lubrifiants nécessaires à l'entretien et la maintenance des engins et des équipements seront également entreposés sur site.

Les impacts sont liés à une mauvaise manipulation éventuelle, aux fuites et déversements accidentels et potentiellement aux conditions de transport.

Tableau 53 : Gestion des déchets solide et matériaux dangereux et non dangereux - Intensité des impacts durant la phase de construction.

Impact	Intensité	Justification
Contamination du sol, des eaux souterraines et des eaux superficielles par une mauvaise gestion des déchets ménagers et assimilés	Moyenne	Compte tenu du nombre de travailleurs qui seront présents sur site durant la phase de construction, la production de déchets domestiques et assimilés sur le site sera limitée. Elle pourrait être plus importante en cas de mise en place de base-vie sur le site. L'impact est direct, local, de court terme, continu et probable. L'intensité est moyenne.
Contamination du sol, des eaux souterraines et des eaux superficielles par une mauvaise gestion des déchets non dangereux	Faible	Compte tenu de la taille du projet, des faibles quantités considérables de déchets non dangereux seront produites pendant la phase de construction. L'impact est direct, local, de court terme, continu et probable. L'intensité est faible.
Contamination du sol, des eaux souterraines et des eaux superficielles par une mauvaise gestion des déchets dangereux et des matières dangereuses.	Moyenne	La construction nécessitera des volumes réduits de matières dangereuses et produira de faibles quantités de déchets dangereux. Cependant ces derniers peuvent affecter de manière importante le milieu environnant. L'impact est direct, local, de court terme, continu et probable. L'intensité est moyenne.

10.5.1.2 Evaluation des impacts

Tableau 54: Déchets solides et matières dangereuses – Importance des impacts en phase de construction

Impact	Intensité	Récepteur	Sensibilité	Importance de l'impact
Contamination par les déchets ménagers et assimilés	Moyenne	Sols, eaux souterraines et eaux superficielles	Moyenne	Modérée
Contamination par les déchets non dangereux	Faible	Sols, eaux souterraines et eaux superficielles	Moyenne	Mineure
Contamination par les déchets dangereux et matières dangereuses.	Moyenne	Sols, eaux souterraines et eaux superficielles	Moyenne	Modérée

10.5.2 Mesures d'atténuation

Le tableau suivant présente les mesures d'atténuations proposées.

Tableau 55 : Déchets solides et matières dangereuses – Mesures d'atténuation en phase de construction

Impact	Mesure d'atténuation	Responsabilité	Calendrier
	Elaboration d'un plan de gestion des déchets avant le démarrage de la construction	EPC/ sous-traitants	Travaux
	Elaboration d'un plan de gestion des matières dangereuses (qui comprend les procédures, les règles et la formation concernant la manipulation et l'entreposage des déchets dangereux, les protocoles d'intervention en cas de déversement, les plans d'urgence détaillant le nettoyage de tout déversement, etc.)	EPC/ sous-traitants	Travaux

Impact	Mesure d'atténuation	Responsabilité	Calendrier
	Elaboration d'un Plan de préparation et de réponse aux situations d'urgence	EPC/ traitants sous-	Travaux
Volume de production des déchets	L'implantation des panneaux photovoltaïques veillera à minimiser la destruction des arbres.	EPC	Conception
	Le bois et les feuillages seront valorisés auprès de la population locale (bois de chauffe et alimentation pour les animaux). Le bois et les feuillages seront stockés et clôturés afin de contrôler la distribution	EPC/ traitants sous-	Travaux
	Les terres d'excavation seront réutilisées sur site dans la mesure du possible	EPC/ traitants sous-	Travaux
	Dans la mesure du possible, les déchets de maçonnerie seront réutilisés (piste, couche de base).	EPC/ traitants sous-	Travaux
	Le recyclage des déchets métalliques sera priorisé en fonction des chaînes de valeur existantes.	EPC/ traitants sous-	Travaux
	La commande de matériaux avec des emballages réutilisables, recyclables et/ou en vrac peut réduire les déchets générés. Ces pratiques seront privilégiées dans la mesure du possible.	EPC/ traitants sous-	Travaux
	Demandez aux fournisseurs d'utiliser un emballage minimal.	EPC/ traitants sous-	Travaux
	Dans la mesure du possible, les produits chimiques seront commandés dans des fûts consignés (en plastique ou en métal).	EPC/ traitants sous-	Travaux
	Dans la mesure du possible, les produits chimiques excédentaires et/ou les matériaux non réutilisables en service seront retournés aux fournisseurs.	EPC/ traitants sous-	Travaux
	Des conteneurs réutilisables seront utilisés, dans la mesure du possible, pour la collecte des déchets solides et liquides.	EPC/ traitants sous-	Travaux
Tri et entreposage des déchets	Séparer les flux de déchets pour faciliter le recyclage. Toutes les zones de stockage doivent être bien organisées et les déchets doivent être gérés de manière appropriée par la ségrégation des déchets dangereux et non dangereux. Les déchets de chaque catégorie seront ensuite séparés par type (papier, plastique, métal, maçonnerie) et par leur caractère recyclable ou non.	EPC/ traitants sous-	Travaux
	Un registre des déchets sera tenu sur place et contiendra, au minimum, des informations sur les quantités, les types de solutions de gestion (selon la hiérarchie de gestion des déchets décrite dans la section de référence), les opérateurs, l'élimination/destination finale, etc.)	EPC/ traitants sous-	Travaux
	Inclure au début de la formation des employés des modules permettant d'augmenter leur connaissance des protocoles de gestion des déchets, y compris la manipulation et l'entreposage des déchets corrects, l'intervention et les plans d'urgence. Ces formations seront renouvelées régulièrement.	EPC/ traitants sous-	Travaux
	Les déchets alimentaires seront entreposés dans une benne ou une poubelle hermétique en métal ou en plastique disposant d'un couvercle à fermeture automatique, pour empêcher l'accès des oiseaux/vermines/parasites. Les déchets organiques humides seront séparés des déchets secs.	EPC/ traitants sous-	Travaux
	Dans la mesure du possible, un bac à compost sera mis en place pour les déchets organiques.		
	Les déchets légers comme le papier, le carton, les matières plastiques seront entreposés dans une benne étanche avec une bâche ou un treillis sécurisé suffisant pour empêcher leur dispersion.	EPC/ traitants sous-	Travaux
	Les déchets lourds peuvent être contenus dans une benne ouverte, à condition que leur ségrégation soit effectuée de manière suffisamment efficace pour éliminer tout matériau léger qui pourrait être emporté.	EPC/ traitants sous-	Travaux

Impact	Mesure d'atténuation	Responsabilité	Calendrier
	Différentes poubelles pour chaque catégorie distincte d'ordure (les déchets alimentaires ou ménagers), seront placées sur tout le site aux endroits où les ouvriers de la construction et le personnel consomment la nourriture. Celles-ci seront régulièrement collectées et conduites dans la zone principale d'entreposage de déchets. Des poubelles portatives distinctes seront également placées dans les zones où des travaux seront entrepris	EPC / sous-traitants	Travaux
	Aucun conteneur de déchets souterrain ne sera mis en place.	EPC/ sous-traitants	Travaux
	Les conteneurs de déchets seront clairement identifiés avec des étiquettes appropriées décrivant avec précision leur contenu et les consignes de sécurité détaillées. Les étiquettes seront hydrofuges et solidement fixées. Dans la mesure du possible, les produits chimiques seront conservés dans leur contenant d'origine	EPC / sous-traitants	Travaux
	Les déchets générés pendant la construction ne seront transportés hors du site pour élimination que par un fournisseur agréé de manière appropriée. Ce fournisseur de services suivra les protocoles appropriés pour assurer que toutes les manipulations et éliminations de déchets depuis le site sont effectuées conformément aux réglementations environnementales acceptées.	EPC / sous-traitants	Travaux
	Une formation régulière du personnel du site sur la gestion des déchets et les procédures de manipulation des produits chimiques correctes sera dispensée à intervalles réguliers.	EPC / sous-traitants	Travaux
	L'incinération/la combustion des déchets sera interdite sur le site.	EPC / sous-traitants	Travaux
Matières dangereuses et déchets dangereux	Les contrats de fournisseurs des panneaux incluront une clause de récupération en cas de panneaux endommagés. Le fournisseur devra indiquer la filière d'élimination afin de s'assurer qu'elle soit conforme aux meilleures pratiques de gestion environnementale.	EPC / sous-traitants	Travaux
	Les contrats de fournisseurs des batteries incluront une clause de récupération en cas de batteries endommagée. Le fournisseur devra indiquer la filière d'élimination afin de s'assurer qu'elle soit conforme aux meilleures pratiques de gestion environnementale.	EPC / sous-traitants	Travaux
	Mise en œuvre des procédures des meilleurs pratiques et de la réglementation en ce qui concerne la manipulation adéquate, la mise en place de zones sécurisées d'entreposage temporaire, et l'élimination des déchets par des entreprises agréées.	EPC / sous-traitants	Travaux
	Les déchets dangereux seront éliminés d'une manière respectueuse de l'environnement et par l'opérateur de déchets dangereux agréé. Les huiles usagées pourront être collectées et éliminées par la SOTRADA	EPC / sous-traitants	Travaux
	Les matériaux seront séparés selon qu'ils soient combustibles ou non, et toutes les substances inflammables devront être tenues à l'écart de toute source d'inflammation.	EPC / sous-traitants	Travaux
	Aucun conteneur de matières dangereuses ou déchets dangereux souterrain ne sera mis en place. Les stockages de matières dangereuses ou des déchets dangereux seront situés dans une zone dédiée clôturée avec un système de drainage des eaux pluies séparé et couvert pour empêcher l'eau de pluie d'entrer dans la zone. Cette zone d'entreposage de matières dangereuses ou des déchets dangereux sera située en tenant compte des risques potentiels (par exemple, les accidents de la circulation/collisions, les chutes d'objets, le système de drainage, etc.).	EPC / sous-traitants	Travaux
	Mise en place de bacs de rétention pour l'entreposage de matières dangereuses.	EPC / sous-traitants	Travaux

Impact	Mesure d'atténuation	Responsabilité	Calendrier
	Les zones de rétention auront la capacité de contenir 110 % du volume total des matières entreposées et seront protégées de la circulation des véhicules et des autres risques. Cette zone doit être placée à l'écart de toute source d'inflammation.	EPC / sous-traitants	Travaux
	Les zones de stockages seront imperméabilisées à la base (cela nécessite au besoin de couvrir une large zone pour éviter la contamination des sols par exemple les zones de ravitaillement devront inclure une base imperméable qui protégé le sol où les véhicules sont stationnés), devront être couvertes et équipée de kits- de déversement.	EPC / sous-traitants	Travaux
	Les conteneurs de matières dangereuses seront clairement identifiés avec des étiquettes d'avertissement appropriées décrivant avec précision leur contenu, les spécifications techniques détaillées et les consignes de sécurité. Les étiquettes seront hydrofuges et solidement fixées. Dans la mesure du possible, les matières dangereuses seront conservées dans leur contenant d'origine	EPC / sous-traitants	Travaux
	Les matières dangereuses ne seront transportées vers le site, hors de celui-ci, que par un opérateur agréé. Ce fournisseur de services suivra les protocoles appropriés pour veiller à ce que toutes les matières dangereuses soient transportées et transférées conformément aux réglementations environnementales en vigueur. Un registre de toutes les matières dangereuses sera conservé sur place.	EPC / sous-traitants	Travaux
	Seul le personnel qualifié est autorisé à manipuler les matières dangereuses.	EPC / sous-traitants	Travaux
	Les ouvriers de construction participeront à des programmes de formation et des séances d'initiation à la sécurité en ce qui concerne le transport et la manutention des matières dangereuses. Des discussions "toolbox" seront également organisées.	EPC / sous-traitants	Travaux
Recyclage et valorisation des déchets	Évaluation des processus de production de déchets et identification des matériaux potentiellement valorisés en identifiant les déchets pouvant être réutilisés dans le processus de construction du projet.	EPC / sous-traitants	Travaux
	Examen des marchés externes de valorisation à travers d'autres entreprises de traitement industriel les plus proches du site du projet.	EPC / sous-traitants	Travaux

10.5.3 Impacts résiduels

Tableau 56. Déchets solides et matières dangereuses – Importance de l'impact résiduel en phase de construction

Impact	Récepteur sensible	Importance	Atténuation	Importance de l'impact résiduel
Contamination par les déchets ménagers et assimilés	Sols, eaux souterraines et eaux superficielles	Modérée	Oui	Mineure
Contamination par les déchets non dangereux	Sols, eaux souterraines et eaux superficielles	Mineure	Oui	Négligeable
Contamination par les déchets dangereux et matières dangereuses.	Sols, eaux souterraines et eaux superficielles	Modérée	Oui	Mineure

10.6 Impacts et mesures en phase d'exploitation

10.6.1 Impacts

10.6.1.1 Description des impacts

Pendant la phase d'exploitation du projet, les déchets suivants sont susceptibles d'être produits : déchets domestiques, déchets industriels non dangereux et déchets dangereux.

Le personnel permanent sur le site sera réduit, les quantités de déchets domestiques seront très faibles.

La végétation qui pousse sous les panneaux solaires devra être coupée régulièrement au fur et à mesure de sa croissance, afin qu'elle n'interfère pas avec le fonctionnement des panneaux photovoltaïques.

Les déchets technologiques les plus importants sont les batteries, les panneaux solaires, les onduleurs, déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE), etc.

Les batteries lithium-ion sont les déchets les plus importants. Elles devront être renouvelées après 12 à 15 ans de fonctionnement. Elles sont considérées comme des matériaux dangereux.

La manipulation et le stockage de matières et de déchets dangereux présentent un risque de dissémination dans l'environnement. Cela représente un impact potentiel sur le sol et les eaux souterraines. Les sources potentielles, les voies de contamination et les mesures d'atténuation appropriées sont abordées dans le chapitre sur le sol et les eaux souterraines.

Une manipulation inappropriée due à un manque de personnel qualifié sur le site peut entraîner des déversements accidentels ou des fuites dans le sol, ce qui pourrait entraîner une contamination, avec pour conséquence un risque potentiel pour la santé des travailleurs et des incidences sur l'environnement. La contamination peut également résulter du transport par des entreprises de traitement des déchets qui ont ou n'ont pas été approuvées par l'autorité de réglementation, ou de l'élimination des déchets dans des décharges non agréées. Une pression accrue peut être exercée sur les décharges locales et entraîner une réduction de la capacité de traitement des déchets d'origine municipale.

Tableau 57 : Gestion des déchets solide et matériaux dangereux et non dangereux - Intensité des impacts durant la phase d'exploitation

Impact	Intensité	Justification
Contamination par les déchets ménagers et assimilés	Faible	Compte tenu du nombre de travailleurs qui seront présents sur site durant la phase d'exploitation, la production de déchets domestiques et assimilés sur le site sera très réduite. L'impact est direct, local, long terme, intermittent et possible. L'intensité est faible.
Contamination par les déchets non dangereux	Faible	La production de déchets non dangereux est réduite en phase exploitation. L'intensité est faible.
Contamination par les déchets dangereux et matières dangereuses.	Moyenne	Les déchets dangereux les plus importants sont constitués des batteries qu'il faudra renouveler au bout de 12 à 15 années et des onduleurs. L'impact le plus important aura lieu l'année de renouvellement des batteries. L'impact est direct, local, temporaire, intermittent et possible. L'intensité est moyenne.

10.6.1.2 Evaluation des impacts

Tableau 58 : Déchets solides et matières dangereuses – Importance des impacts en phase d'exploitation

Impact	Intensité	Récepteur	Sensibilité	Importance de l'impact
Contamination par les déchets ménagers et assimilés	Faible	Sols, eaux souterraines et eaux superficielles	Moyenne	Mineure
Contamination par les déchets non dangereux	Faible	Sols, eaux souterraines et eaux superficielles	Moyenne	Mineure
Contamination par les déchets dangereux et matières dangereuses.	Moyenne	Sols, eaux souterraines et eaux superficielles	Moyenne	Modérée

10.6.2 Mesures d'atténuation

Tableau 59 : Déchets solides et matières dangereuses – Mesure d'atténuation en phase de construction

Impact	Mesures d'atténuation	Responsabilité	Calendrier
	Elaboration d'un plan de gestion des déchets	EPC / QIT	Exploitation
	Elaboration d'un plan de gestion des matières dangereuses	EPC / QIT	Exploitation
	Elaboration d'un Plan de préparation et de réponse aux situations d'urgence	EPC / QIT	Exploitation
	Une formation régulière du personnel du site sur la gestion des déchets et les procédures de manipulation des produits chimiques correctes sera dispensée à intervalles réguliers.	EPC / QIT	Exploitation
	Tenue d'un registre des déchets sur le site	EPC / QIT	Exploitation
Tri et entreposage	Séparer les flux de déchets pour faciliter le recyclage. Toutes les zones de stockage doivent être bien organisées et les déchets gérés de manière appropriée par la séparation des déchets dangereux et non dangereux. Les déchets de chaque catégorie seront ensuite séparés par type (papier, plastique, métal) et selon qu'ils sont recyclables ou non. Un registre des déchets sera tenu sur place et contiendra, au minimum, des informations sur les quantités, les types de solutions de gestion (selon la hiérarchie de gestion des déchets décrite dans la section de référence), les opérateurs, l'élimination/destination finale, etc.)	EPC / QIT	Exploitation
	Mettre en place des installations de stockage adéquates pour les déchets non dangereux dans des zones désignées afin d'éviter que les déchets ne se dispersent sur le site.	EPC / QIT	Exploitation
	Les déchets alimentaires seront entreposés dans une benne ou une poubelle hermétique en métal ou en plastique disposant d'un couvercle à fermeture automatique, pour empêcher l'accès des oiseaux/vermines/parasites ;	EPC / QIT	Exploitation
	Séparer les déchets organiques des déchets secs	EPC / QIT	Exploitation
	Dans la mesure du possible, mettre en place un composteur pour les déchets organiques	EPC / QIT	Exploitation
	Aucun conteneur de déchets souterrain ne sera mis en place	EPC / QIT	Exploitation
	L'incinération des déchets sera interdite.	EPC / QIT	Exploitation

Impact	Mesures d'atténuation	Responsabilité	Calendrier
Déchets dangereux non	Recyclage vers des filières spécialisées dans la mesure du possible	EPC / QIT	Exploitation
Déchets dangereux	Le contrat de fournisseurs de panneaux devra intégrer une clause de récupération des panneaux endommagés et devra identifier la filière d'élimination et de recyclage ; Les panneaux endommagés seront stockés dans un endroit sécurisé avant d'être récupéré par le fournisseur du QAIR.	EPC / QIT	Exploitation
	Le contrat de fournisseurs des batteries devra intégrer une clause de récupération des batteries endommagées et/ou en fin de vie et devra identifier la filière d'élimination et de recyclage ; Les batteries usagées ou endommagées seront stockées dans un endroit sécurisé avant d'être récupérées par le fournisseur du QAI	EPC / QIT	Exploitation
	Les déchets dangereux seront entreposés dans des containers fermés et stockés sur une zone étanche et de manière à ne pas mettre en contact avec les eaux pluviales	EPC / QIT	Exploitation
	Les huiles usagées et déchets avec des hydrocarbures pourront être traités par la SOTRADA.	EPC / QIT	Exploitation
	La sortie et l'élimination des déchets dangereux devront être accompagnées par un bordereau de suivi des déchets.	EPC / QIT	Exploitation

10.6.3 Impacts résiduels

Tableau 60. Déchets solides et matières dangereuses – Importance de l'impact résiduel en phase exploitation

Impact	Récepteur sensible	Intensité	Atténuation	Importance de l'impact résiduel
Contamination par les déchets ménagers et assimilés	Sols, eaux souterraines et eaux superficielles	Mineure	Oui	Négligeable
Contamination par les déchets non dangereux	Sols, eaux souterraines et eaux superficielles	Mineure	Oui	Négligeable
Contamination par les déchets dangereux et matières dangereuses.	Sols, eaux souterraines et eaux superficielles	Modérée	Oui	Négligeable

11. Biodiversité

11.1 Introduction

Le niveau de biodiversité au Tchad est encore globalement élevé. Cependant, dans le site étudié, proche de l'agglomération de N'Djamena, l'influence humaine est forte et permanente, avec passage constant de bétail, mise en culture, et quelques habitats humains permanents : les habitats du site sont fort dégradés.

Le site étudié proche de N'Djamena, présente une pluviométrie annuelle de l'ordre de 500 mm, et soumise à un climat de type Sahélo-soudanien.

Ce rapport est basé sur les observations effectuées lors de la 1^e mission, effectuée en fin de saison sèche, et les conclusions ont été affinées après la 2^e mission, après saison des pluies.

Le tracé de la ligne électrique de Lamadji a été étudié seulement lors de la 2^e mission (le tracé n'était pas encore défini lors de la 1^e mission).

11.2 Méthodologie

Une première mission a été effectuée du 7 au 10 mars 2023 soit en fin de saison sèche. Une seconde mission a été effectuée du 20 au 24 Novembre 2023 en fin de saison humide (En 2023, la quantité de pluie tombée était relativement faible), la végétation herbacée était déjà relativement sèche, mais avec des points d'eau disponibles sur les sites et leurs environs immédiats).

Le site analysé correspond à l'ensemble des sites prévus, avec une auréole extérieure de 100 m de largeur, soit des superficies de 41 ha pour le site, et 70 ha pour l'ensemble de la zone d'étude.

Pour la ligne électrique de raccordement, la zone d'étude inclue une auréole extérieure de 100 m de largeur autour du tracé prévu.

Le site a été parcouru en tous sens, ainsi que ses environs immédiats, à raison de 2 jours, en effectuant un tracking au moyen d'un GPS Garmin GPSMAP 276CX. Les points d'intérêt ont été relevés (bornes des sites et autres points).

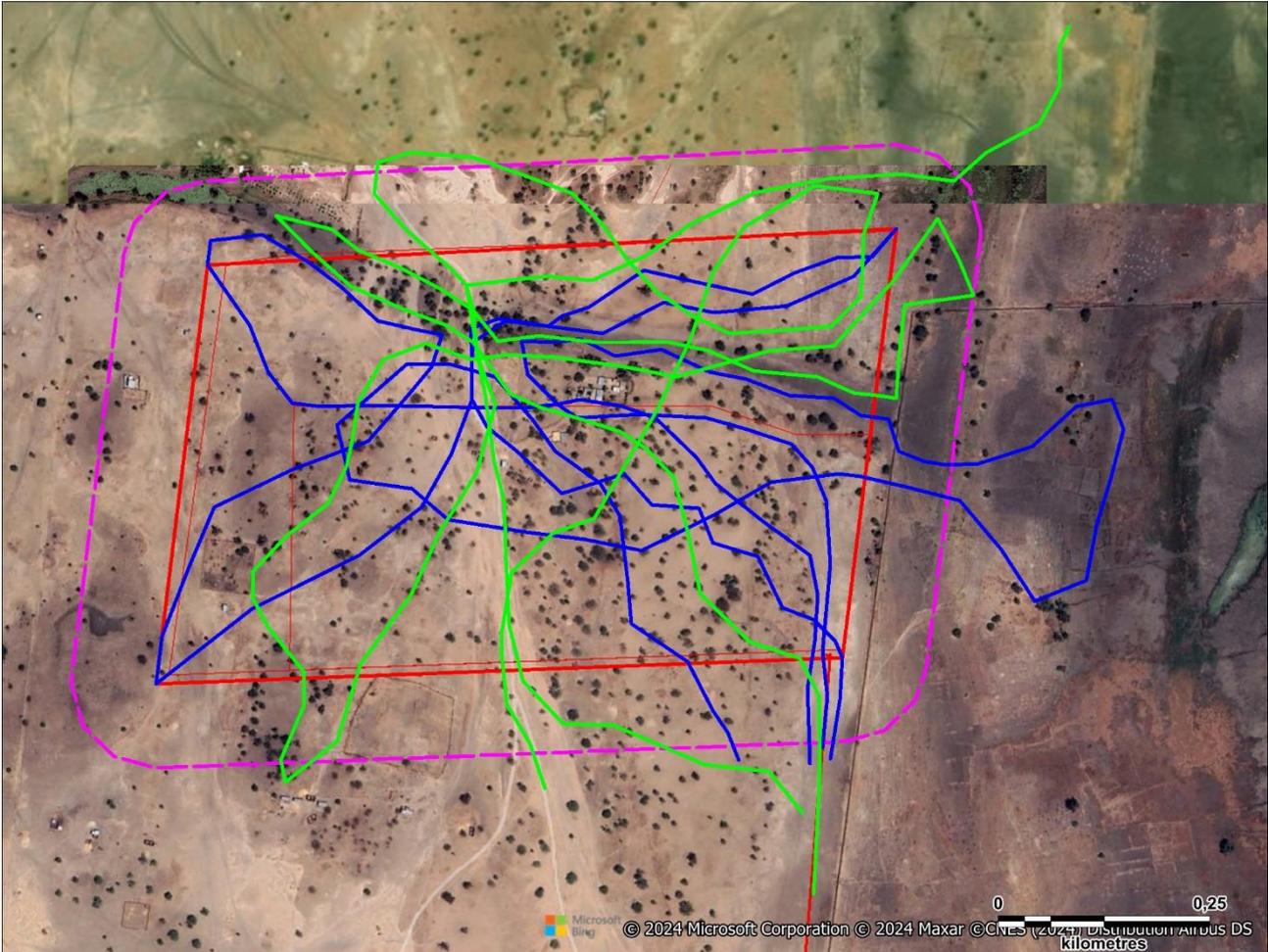
Des relevés sommaires de végétation ont été effectués, concernant très majoritairement les espèces ligneuses, qui sont globalement les seules identifiables en saison sèche. Sur la base des espèces relevées, les principaux habitats ont été définis.

Aucune visite nocturne n'a été possible. De ce fait, la faune à activité nocturne n'a pu être recherchée.

La détermination des espèces et l'interprétation ont été facilitées par l'exploitation de la bibliographie disponible (Chapitre 20).

La prospection s'est effectuée par parcours lent en véhicule 4x4, associé à des parcours pédestres, avec arrêts longs pour observer la faune. Elle a donc permis de rechercher la faune à activité diurne, essentiellement avifaune et certaines espèces de Reptiles, en les associant aux divers habitats identifiés. Les itinéraires de prospection figurent sur la carte suivante. Le tracé de la ligne électrique a été suivi en véhicule, avec des arrêts dans les secteurs d'intérêt potentiel.

Figure 40 : Itinéraires prospectés sur le site de Lamadji



Source : F.Cuzin - Légende : en rouge les limites de l'emprise des 40 ha, en mauve les limites de la zone d'étude, en bleu les itinéraires de prospection de la 1^{ère} mission, en vert les itinéraires de prospection de la 2^{ème} mission

11.3 Etat de référence

11.3.1 Aires protégées

L'Aire protégée la plus proche est la Réserve de Faune de Mandelia, créée en 1969, sur une superficie de 138.000 ha, (catégorie de gestion IV selon l'UICN), dont la limite Nord est située à environ 70 km au sud du site.

Au nord se trouve le site Ramsar du Lac Tchad (partie tchadienne), créé en 2001, sur une superficie de 165.000 ha, (catégorie de gestion IV selon l'UICN), dont la limite Sud est située à environ 90 km au nord du site.

Au Cameroun voisin, mentionnons également :

- A l'ouest, le Parc national de Kalamaloué, créé en 1972 sur 5.400 ha, situé à environ 20 km du site.
- Au sud-ouest, le Parc National de Waza, créé en 1968 sur 70.000 ha, et classé en Réserve de Biosphère, situé à environ 110 km au Sud-ouest du site.

- A l'Ouest, le site Ramsar de la Plaine d'épandage du Waza-Logone, créé en 2012 sur 600.000 ha, situé à environ 15 km au Sud-ouest du site de Lamadji. ce site incluant les 2 Parcs Nationaux précédents.

11.3.2 Identification des habitats au niveau du site

7 types d'habitats majeurs ont été identifiés :

- La majorité du site correspond à un plateau avec couverture arborée peu dense (*Acacia senegal*, espèce dominante, très localement *Vachellia seyal*, et *Balanites aegyptiaca* l)
- Un bas-fond, se transformant en oued à la saison humide, présente une couverture arborée dense, avec *Faidherbia albida*, *Vachellia nilotica subsp tomentosa*, localement *Bauhinia rufescens* et *Celtis toka*, le recouvrement étant de l'ordre de 30 à 50%, avec des arbres atteignant une grande taille (plus de 8m de hauteur), surtout pour *Faidherbia albida* et *Celtis tokia* .
- Une parcelle à l'Est (à l'intérieur du mur du cimetière), avec des cultures annuelles, de type culture de décrue
- Une parcelle au nord-est, avec des traces de cultures annuelles irrégulières, effectuées juste après saison des pluies
- 2 parcelles irriguées avec des arbres (surtout manguier) et des cultures annuelles
- 2 axes avec un réseau de pistes traversant le site, et une végétation très dégradée, créés par le passage répété de camions pour l'exploitation d'une carrière
- Quelques secteurs ponctuels construits.

Ces types d'habitat ont été définis sur la base de leur physionomie, car il n'existe pas de typologie reconnue des formations végétales au niveau du pays, ou dans la région, chaque auteur ayant étudié la végétation de ce type de région ayant créé une typologie pour l'occasion. La seule typologie bien établie est celle de White (1986), « La Végétation de l'Afrique », mais cette typologie, à ambition continentale, est nécessairement peu précise à l'échelle qui nous concerne, et peu claire dans le cas de paysages très anthropisés. Dans le tableau suivant figurent les concordances entre la typologie établie dans ce document et celle proposée par White.

Tableau 61 : Concordance entre les types d'habitat et la typologie de White

Habitat	Typologie de White
Oued arboré	2.Forêt claire
Plateau arboré	6. Formation herbeuse boisée
Cultures de décrue	16. Paysage anthropique
Cultures annuelles anciennes	16. Paysage anthropique
Parcelles cultivées en permanence	16. Paysage anthropique
Réseau de pistes	16. Paysage anthropique
Constructions	16. Paysage anthropique

Figure 41 : Le plateau arboré, avec *Acacia senegal* dominant



Source : Ginger Burgeap (@F.Cuzin) – Mars 2023

Figure 42 : L'oued, avec son couvert arboré



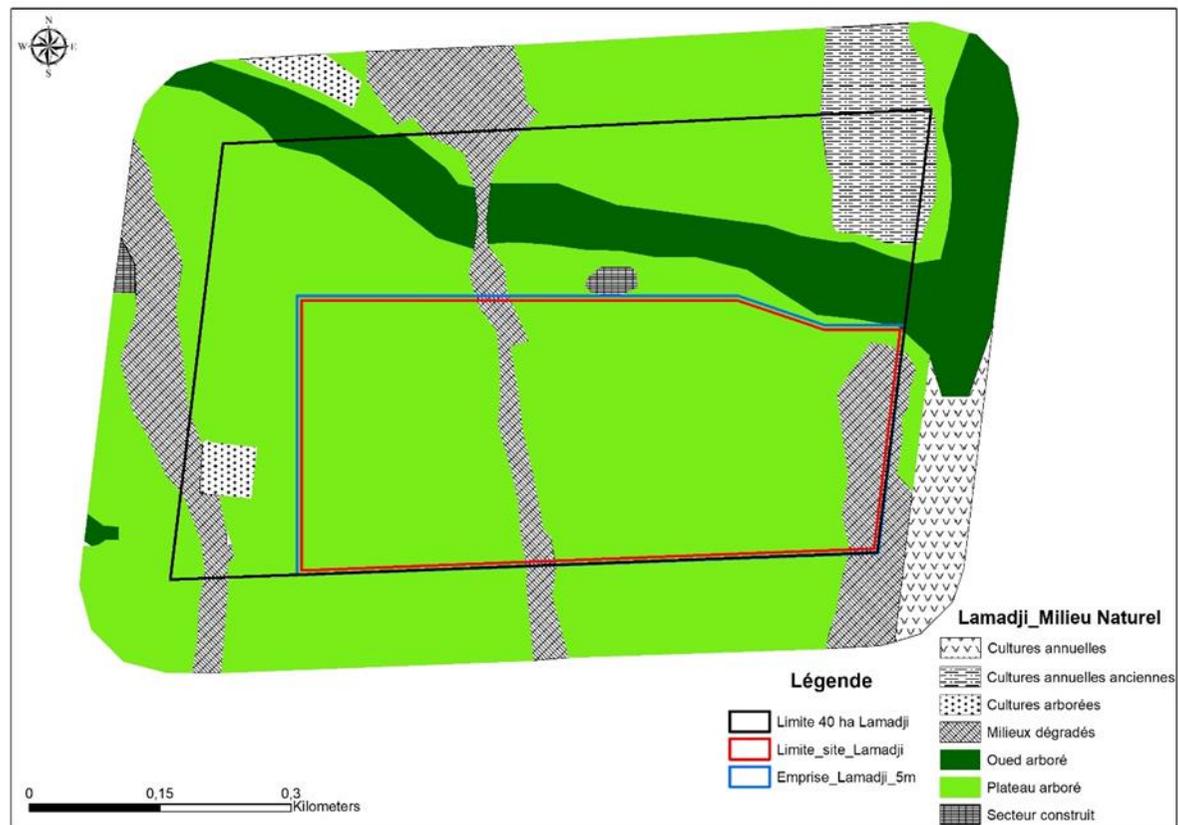
Source : Ginger Burgeap (@F.Cuzin) – Mars 2023

Figure 43 : Le plateau arboré, avec *Acacia senegal* dominant, 2 mois après la fin de la saison des pluies



Source Ginger Burgeap (@F.Cuzin) – Novembre 2023

Figure 44 : Milieux du site de Lamadji



Source : Ginger Burgeap - 2023

11.3.3 Identification des habitats au niveau du tracé de la ligne électrique

Depuis le site de la centrale jusqu'au transformateur, on observe les milieux suivants :

- Des milieux avec des cultures annuelles, en particulier dans la zone du cimetière, et le long de sa limite sud
- Quelques milieux arborés avec des Acacia
- Un milieu très dégradé au sud du site, du fait d'un passage de pistes mal délimitées
- Une enclave avec cultures arborées au sud du site
- Dans la partie sud du tracé, des habitats humains, et, au sud-est diverses constructions

L'ensemble des milieux est sévèrement dégradé.

Le seul habitat peu anthropisé est la zone arborée à Acacia, qui relève de la Formation herbeuse boisée (6) selon la typologie de White. Tous les autres habitats sont des Paysages anthropiques (16).

Figure 45: Carte des milieux de la ligne électrique de raccordement de Lamadji





Source : Ginger Burgeap - 2023

11.3.4 Flore

Sur l'ensemble du site on a pu relever :

- 10 espèces de ligneux (arbres et arbustes) ;
- 8 espèces herbacées de milieu sec
- 6 espèces d'herbacées de milieu humide.

Sur le tracé des lignes électriques, la flore sauvage est relictuelle et très réduite, car l'impact humain est très élevé.

La liste complète figure en Annexe 2.

Les arbres et arbustes relevés sont les suivants.

Tableau 62 : Liste des espèces végétales observées

Nom scientifique	Abondance
<i>Hyphaene thebaica</i>	+
<i>Faidherbia albida</i>	++
<i>Vachellia nilotica</i> subsp <i>tomentosa</i>	++
<i>Acacia senegal</i>	++
<i>Vachellia seyal</i>	+
<i>Bauhinia rufescens</i>	++
<i>Balanites aegyptiaca</i>	++
<i>Calotropis procera</i>	+
<i>Celtis toka</i>	++
<i>Ziziphus mauritiana</i>	+

++ espèce abondante ; + espèce rare

Aucune des espèces trouvées n'est menacée, et leur niveau d'endémisme est faible.

Figure 46 : *Celtis tokia*, localisé dans les oueds



Source : Ginger Burgeap (@F.Cuzin) – Mars 2023

Figure 47 : *Vachellia nilotica subsp tomentosa*



Source : Ginger Burgeap (@F.Cuzin) – Mars 2023

Figure 48 : *Bauhinia rufescens*

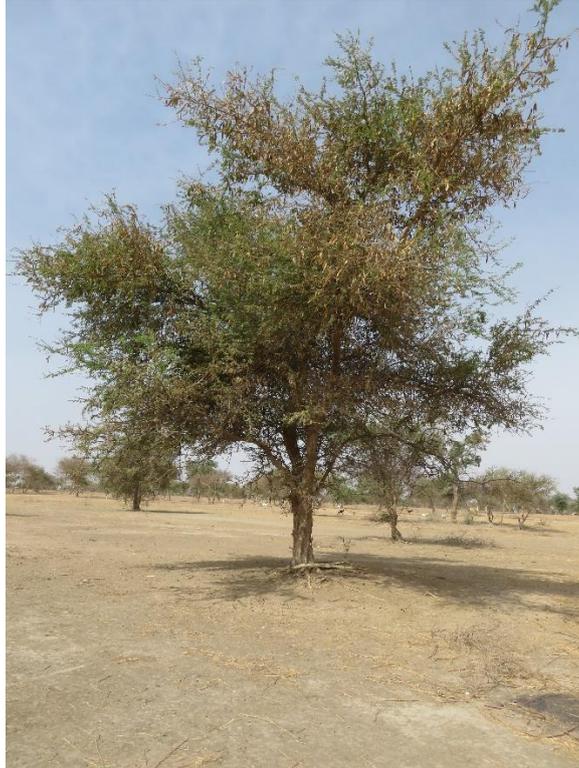


Source : Ginger Burgeap (@F.Cuzin) – Mars 2023

Figure 49 : *Balanites aegyptiaca*



Source : Ginger Burgeap (@F.Cuzin) – Mars 2023

Figure 50 : *Acacia senegal*

Source : Ginger Burgeap (@F.Cuzin) – Mars 2023

11.3.5 Faune

Les listes complètes des espèces observées, rapportées par les habitants, et probable selon leur habitat figurent en annexe 3.

11.3.5.1 Herpétofaune

En saison sèche, aucun Amphibien n'a été observé. Les éventuels Amphibiens étaient alors probablement en diapause de saison sèche. Aucun amphibien n'a été observé durant la saison humide.

2 espèces de Reptiles ont été observées : *Agama agama*, très abondant, et *Trachylepis quinquetaeniata*, plus rare, toutes 2 observées sur les murs et sur les arbres, ainsi qu'au sol, dans les environs immédiats.

Les espèces potentielles sont nombreuses, aucune n'étant menacée, et leur niveau d'endémisme étant faible.

Figure 51 : *Agama agama*



Source : Ginger Burgeap (@F.Cuzin) – Mars 2023

Figure 52 : *Agama agama* femelle



Source : Ginger Burgeap (@F.Cuzin) – Novembre 2023

Figure 53 : *Trachylepis quinquetaeniata*



Source : Ginger Burgeap – (@F.Cuzin – Mars 2023)

11.3.5.2 Oiseaux

26 espèces potentiellement nicheuses ont été observées sur le site de Lamadji ou ses environs immédiats. Elles figurent dans le tableau suivant.

Tableau 63 : Liste des espèces observées sur le site Lamadji au cours des deux missions (saison sèche et humide)

Nom latin	Nom français
<i>Ardea melanocephala</i>	Héron mélanocéphale
<i>Bubulcus ibis</i>	Héron garde-bœuf
<i>Aquila rapax</i>	Aigle ravisseur
<i>Melierax metabates</i>	Autour sombre
<i>Falco tinninculus</i>	Faucon crécerelle
<i>Vanellus tectus</i>	Vanneau à tête noire
<i>Vanellus spinosus</i>	Vanneau éperonné
<i>Burhinus capensis</i>	Oedicnème tachard
<i>Rhinoptilus chalcopterus</i>	Courvite à ailes bronzées
<i>Columba guinea</i>	Pigeon roussard
<i>Streptopelia vinacea</i>	Tourterelle vineuse
<i>Streptopelia senegalensis</i>	Tourterelle maillée
<i>Oena capensis</i>	Tourterelle masquée
<i>Caprimulgus inornatus</i>	Engoulevent terne
<i>Upupa epops</i>	Huppe fasciée
<i>Tochus erythrorhynchus</i>	Calao à bec rouge
<i>Coracias abyssinicus</i>	Rollier d'Abyssinie
<i>Eremopterix leucotis</i>	Moinelette à oreillons blancs
<i>Hirundo aethiopica</i>	Hirondelle d'Ethiopie

Nom latin	Nom français
<i>Oenanthe heuglinii</i>	Traquet de Heuglin
<i>Ptilostomus afer</i>	Piapiac africain
<i>Corvus albus</i>	Corbeau pie
<i>Plocepasser superciliosus</i>	Mahali à calotte marron
<i>Ploceus vitellinus</i>	Tisserin vitellin
<i>Bubalornis albirostris</i>	Alecto à bec blanc
<i>Uraeginthus bengalus</i>	Cordon bleu à joues rouges

A ces espèces s'ajoutent des espèces migratrices ou hivernantes : Hypolaïs pâle, Traquet oreillard et Traquet motteux et Milan noir.

Parmi les espèces observées, on ne relève pas d'espèce menacée ni à endémisme restreint, à l'exception de l'Aigle ravisseur, espèce Vulnérable au niveau mondial : l'observation effectuée se réfère à un juvénile de 2 ans, très probablement en phase d'erratismo (ce que confirment les habitants, qui ont témoigné de l'absence de reproduction sur le site, et de la grande rareté locale de l'espèce).

Figure 54 : Nids occupés de Tisserins à Lamadji - Au sommet de l'arbre, gros nids communautaires d'Alecto à bec blanc - Plus bas, petits nids de couples de Tisserin vitellin



Source : Ginger Burgeap (@F.Cuzin – Novembre 2023)

Enfin, mentionnons l'absence totale de Vautours, confirmée par les habitants, ainsi que lors de tous les parcours à N'Djamena et ses environs : ce groupe d'espèces très menacées semble très rare, voire disparues, ce qui est la tendance générale actuelle de ces espèces dans une grande partie du Sahel.

La problématique des Vautours sur les sites de Gassi et Lamadji

Espèces concernées

Potentiellement, les 6 espèces suivantes sont à considérer sur les 2 sites du projet :

- Vautour de Rueppell, *Gyps rueppellii*, En Danger critique au niveau mondial
- Vautour africain, *Gyps africanus*, En Danger critique au niveau mondial
- Vautour charognard, *Necrosyrtes monachus*, En Danger critique au niveau mondial
- Vautour oricou, *Torgos tracheliotos*, En Danger au niveau mondial
- Percnoptère d'Egypte, *Neophron percnopterus*, En Danger au niveau mondial
- Vautour à tête blanche, *Trigonoceps occidentalis*, En Danger critique au niveau mondial

La présence du Percnoptère d'Egypte n'a été relevée que comme hivernant dans la région. La présence de Vautour à tête blanche est irrégulière, et l'espèce, à distribution plus méridionale, n'a jamais été notée comme nicheuse dans la région.

Seules les 4 premières espèces de la liste sont donc à considérer dans le secteur de N'Djamena.

Les observations

Pendant la période 1990-1997, la distribution des 4 premières espèces de la liste semblait généralisée dans la région (Scholte 1998).

Pendant la période 2010-2013, seul le Vautour charognard a été observé dans la région de N'Djamena, les 3 autres espèces n'étant observée que dans des régions plus distantes et moins anthropisées (Wacher et al. 2013).

Depuis 2011, les bases de données collaboratives iNaturalist et eBird n'ont fourni aucune donnée d'observation de vautour dans le secteur de N'Djamena, malgré le passage épisodique d'ornithologues compétents.

Lors des 2 missions de terrain, malgré une attention soutenue concernant les Vautours, aucun Vautour n'a été observé, ni sur les sites, ni lors des déplacements dans N'Djamena et sa périphérie, alors que plusieurs espèces de Rapaces ont été observées. La visite d'un abattoir près du site de Lamadji n'a pas permis d'observer de Vautour. Les entretiens menés sur les 2 sites avec la population locale ont révélé que les personnes d'un certain âge connaissent globalement ces espèces, mais ne les avaient pas observées depuis plus de 10 ans.

Le maintien actuel du Vautour charognard, espèce la plus anthropophile, et dernière espèce observée dans le secteur de N'Djamena, semble donc très improbable sur les 2 sites. La bordure interne nord-ouest du site de Gassi où auraient été observés récemment des Vautours selon des témoignages locaux ultérieurs à l'étude semble extrêmement peu favorable à la reproduction de cette espèce : l'habitat humain dans ce secteur est peu dense, mais la fréquentation par l'homme y est élevée, et d'éventuels nids y seraient immanquablement détectés par la population locale, et très probablement détruits.

Il reste cependant possible que des oiseaux erratiques, probablement juvéniles, apparaissent rarement dans les zones du projet, mais la nidification en l'état actuel y semble extrêmement improbable.

Les causes

Les causes probables de l'absence de Vautours sur les sites sont les suivantes :

- Forte fréquentation humaine et dérangements croissants, liées à l'extension de l'urbanisation de N'Djamena
- Empoisonnements (pour élimination de prédateurs), ou par utilisation de produits à usage vétérinaire (Diclophenac)
- Chasse ciblée pour consommation par l'homme ou pratiques thérapeutiques et magiques traditionnelles, attestées au Cameroun à Maroua, à 240 km de N'Djamena, et largement pratiquées dans le Nord du Nigeria (Awoyemi et al. 2022), pouvant entraîner une commercialisation de ces espèces, possiblement au-delà des frontières, qui sont très proches

Bibliographie spécifique à la problématique des Vautours

Awoyemi, S., et al. (2022). West African vulture persecution threat analysis report : Literature review and threat mapping, IUCN, Vultures Specialist Group, Bird Life International: 31pp.

Botha, A. J., et al. (2017). Multi-species Action Plan to Conserve African-Eurasian Vultures. No. 5. CMS Technical Series No. 35 . CMS Raptors MOU Technical Publication Abu Dhabi, United Arab Emirates. 5: 166 pp.

Ogada, D. & R. Buij (2011). "Large declines of the Hooded Vulture *Necrosyrtes monachus* across its African range." Ostrich 82(2) : 101-113.

La problématique des Vautours sur les sites de Gassi et Lamadji

Ogada, D., et al. (2016). "Another Continental Vulture Crisis : Africa's Vultures Collapsing toward Extinction." Conservation Letters 9(2): 89-97.

Ringim, A. S., et al. (2022). "Only one vulture was detected during transect surveys in northern Nigeria." Vulture News 15 : 14-22.

Rondeau, G. & J.-M. Thiollay (2004). "West African vulture decline." Vulture News 51 : 13-33.

Scholte, P. (1998). "Status of Vultures in the Lake Chad Basin, with special reference to Northern Cameroon and Western Chad." Vulture News 39 : 3-19.

Shaw, P., et al. (2024). "African savanna raptors show evidence of widespread population collapse and a growing dependence on protected areas." Nature Ecology & Evolution 8(1) : 45-56.

Wacher, T., et al. (2013). "Vulture observations in the Sahelian zones of Chad and Niger." Bull. ABC 20(2) : 186-199.

11.3.5.3 Mammifères

Aucun inventaire des espèces de grande taille n'a été effectué, car celui-ci aurait été très spéculatif : ces espèces sont éteintes dans la région depuis plusieurs décennies au moins.

La dernière observation de Gazelle à front roux remonte à 30 ans environ. Des passages épisodiques de Loup doré d'Afrique sont également rapportés.

Le Lièvre des savanes et le Zorille commun sont mentionnés par les habitants. D'autres espèces de petite taille sont probables.

Aucune des espèces actuellement présentes ou potentielles n'est menacée, et leur niveau d'endémisme est faible.

11.3.5.4 Invertébrés

Les quelques espèces suivantes ont été observées, après la saison humide, toujours proches de l'eau :

- Gastéropodes : Des coquilles de *Pilea wernei*, escargot aquatique de grande taille ont été trouvées aux abords de l'oued au nord du site

Figure 55 : Coquilles de *Pilea wernei*



Source : Ginger Burgeap (@ F.Cuzin – Novembre 2023)

- Rhopalocères (Papillons diurnes) : *Belenois aurota* a été observé près de l'oued. *Papilio demodocus* a été observé près de l'Oued au nord du site de Lamadji.

Figure 56: *Papilio demodocus*



Source : Ginger Burgeap (@ F.Cuzin – Novembre 2023)

Toutes ces espèces ont une vaste distribution africaine, et aucune n'est menacée.

11.3.6 Services écosystémiques

Les services écosystémiques fournis sont les suivants :

- Ressource en eau : celle-ci est fondamentale pour la subsistance des habitants, de leur cheptel, et des cultures ; la ressource en eau est relativement profonde. Cependant, la présence des forages permettent une irrigation locale, et la ressource en eau des zones humides proches des sites est exploitée par pompage pour améliorer l'agriculture de décrue.
- Elevage : Plusieurs troupeaux de Bovins, d'Ovins (race soudanaise et race tchadienne du nord), des Caprins (race tchadienne du Nord) sont observés sur le site. Vu la pauvreté du parcours en fin de saison sèche, un complément d'alimentation est fourni, ce dont témoigne le relatif bon état de santé des animaux malgré la sévérité des conditions. En saison sèche, les ressources principales sont le feuillage des différents arbres (en particulier *Faidherbia albida*), et les gousses des divers Acacia.
- Agriculture : Plusieurs types d'agriculture sont pratiqués au niveau de la zone d'étude :
 - Agriculture de plantes annuelles après saison des pluies, sur des sites secs en saison sèche
 - Agriculture de décrue en bordure de zone humide, pour profiter des sols humides qui émergent progressivement ; cette opportunité, réduite si l'on s'en tient aux conditions naturelles, est amplifiée par des pompages effectués dans les zones humides.
 - Agriculture irriguée avec arboriculture (surtout manguiers), associée à des plantes annuelles, dépendant de pompages locaux.

Au niveau du site, quelques parcelles peuvent parfois (selon les années) être mises en culture après la saison des pluies. Lors des missions de 2023, aucune parcelle cultivée n'a été relevée.

- Prélèvements sur la flore sauvage : En plus des prélèvements liés à l'élevage, diverses parties des arbres et arbustes des sites sont utilisées, pour le bois de feu, pour fabriquer des instruments, la fabrication de charbon, ainsi qu'à des fins médicinales et alimentaires. Cet usage reste très limité et ne rentre pas dans un circuit économique.
- Prélèvements sur la faune sauvage : le Lièvre est encore chassé sur le site, de nuit, en utilisant les phares des motos. Il est probable que les enfants se livrent à une chasse sur les oiseaux, en particulier pendant la nidification.

11.3.7 Analyse habitats critiques

Cette analyse se base sur les résultats des 2 missions, la 1^e effectuée en saison sèche, et la 2^e après la période humide.

L'analyse se base sur les normes de structures de biodiversité prioritaires (priority biodiversity features) et d'habitat critique de l'IFC (2019).

Le tableau ci-dessous rappelle la nomenclature des habitats.

Tableau 64 : Nomenclature des habitats au sens de la NP n°6

TYPE D'HABITAT	EXIGENCE DE LA NES N°6 ET PERFORMANCE ATTENDUE	OBLIGATION EN MATIÈRE DE GESTION DU RISQUE BIODIVERSITÉ
Habitats modifiés Espaces pouvant abriter une large proportion d'espèces animales et/ou végétales exotiques et/ou dont l'activité humaine a considérablement modifié les fonctions écologiques primaires et la composition des espèces. Exemples : les aires aménagées pour l'agriculture, les plantations forestières, les zones côtières récupérées à la mer et les aires récupérées aux marécages.	<ul style="list-style-type: none"> - Éviter et limiter les impacts sur la biodiversité.; - Mettre en œuvre des mesures d'atténuation appropriées. 	Maitrise des impacts
Habitats naturels Espaces composés d'assemblages viables d'espèces végétales et/ou animales qui sont en grande partie indigènes et/ou dont les fonctions écologiques primaires et les compositions d'espèces n'ont pas fondamentalement été modifiées par l'activité humaine.	<ul style="list-style-type: none"> - Ne pas mettre en œuvre de projet susceptible d'avoir une incidence négative ; SAUF si : <ul style="list-style-type: none"> - Il n'existe pas d'autre solution techniquement et financièrement possible ; - Des mesures d'atténuation appropriées sont mises en place, conformément au principe de hiérarchie d'atténuation, afin de ne causer aucune perte nette, mais plutôt de générer de préférence, si possible, un gain net de biodiversité sur le long terme. Lorsqu'il subsiste des impacts résiduels malgré tous les efforts déployés pour éviter, minimiser et atténuer ces impacts, le cas échéant, et lorsque les parties prenantes l'approuvent, les mesures d'atténuation peuvent inclure des compensations pour la perte de biodiversité conformément au principe « d'équivalence ou d'amélioration écologique ». 	Obligation de Zéro perte Nette
Habitats critiques Habitats (modifiés ou naturels) ayant une valeur élevée en biodiversité, selon les cinq critères principaux suivants :	<ul style="list-style-type: none"> - Ne pas mettre en œuvre de projet susceptible d'avoir une incidence négative ; SAUF si :	Obligation de Gain Net

TYPE D'HABITAT	EXIGENCE DE LA NES N°6 ET PERFORMANCE ATTENDUE	OBLIGATION EN MATIÈRE DE GESTION DU RISQUE BIODIVERSITÉ
<p>Les habitats d'une importance cruciale pour les espèces en danger critique d'extinction (CR) et/ou en danger d'extinction (EN) tels qu'indiqués sur la Liste Rouge des espèces menacées de l'IUCN ou par toute législation nationale équivalente ;</p> <p>Les habitats d'une importance cruciale pour les espèces endémiques et/ou à répartition limitée¹³ ;</p> <p>Les habitats abritant des concentrations importantes d'espèces migratrices et/ou grégaires d'importance mondiale ou nationale ;</p> <p>Les écosystèmes gravement menacés et/ou uniques ;</p> <p>Des fonctions ou des caractéristiques écologiques nécessaires pour préserver la viabilité des valeurs de la biodiversité décrites ci-dessus aux alinéas</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Il n'existe dans la région aucun autre habitat viable dans lequel le projet pourrait être mis en œuvre qui contienne une biodiversité de moindre valeur ; - Toutes les vérifications préalables requises en vertu du droit national ou des obligations contractées à l'échelle internationale, qui constituent une condition préalable pour qu'un pays autorise la mise en œuvre des activités du projet à l'intérieur ou à proximité d'un habitat critique, ont été effectuées ; - Les effets néfastes potentiels ou la probabilité que ceux-ci se produisent sur l'habitat concerné n'entraîneront pas une réduction nette mesurable ou une évolution négative de la biodiversité pour laquelle l'habitat critique a été désigné comme tel ; - On ne prévoit pas que le projet entraînera une diminution nette de la population d'espèces en danger critique d'extinction (CR), en danger d'extinction (EN) ou à répartition limitée dans des délais raisonnables ; - Le projet n'entraînera pas de conversion ou de dégradation considérable d'habitats critiques. Dans les cas où le projet prévoit de constituer ou de réaménager des plantations forestières ou agricoles, il ne convertira ni ne dégradera aucun habitat critique ; - La stratégie d'atténuation du projet sera conçue dans le but de réaliser un gain net de valeur de la biodiversité pour lesquelles les habitats critiques ont été désignés comme tels ; et - Un programme solide, bien conçu et durable de suivi et d'évaluation de la biodiversité visant à faire l'état de l'habitat critique est intégré dans le programme de gestion de l'Emprunteur. <p>Le client doit être en mesure de démontrer qu'il répond à l'ensemble des exigences.</p>	
<p>Zones protégées juridiquement et reconnues à l'échelle internationale comme étant riches en biodiversité</p> <p>En plus des cinq cités ci-dessus, d'autres critères peuvent déclencher l'habitat critique :</p> <p>Les espaces légalement protégés (en particulier les catégories I-III de l'IUCN) et/ou des espaces internationalement reconnus pour leur valeur de biodiversité (par exemple, les Zones Clé pour la Biodiversité (ZCB))</p> <p>Les territoires présentant une biodiversité d'importance sociale, économique ou culturelle significative pour les communautés locales.</p> <p>Les forêts primaires ou forêts à haute valeur de conservation (HCV) doivent également être considérées comme habitat critique.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Démontrer que les aménagements prévus dans ces zones sont permis en vertu de la loi ; - Se conformer à tout plan d'aménagement agréé par les pouvoirs publics pour de telles zones ; - Consulter les maîtres d'œuvre et les responsables de la zone protégée, les parties touchées par le projet, y compris les peuples autochtones, et les autres parties concernées, sur la formulation de plans concernant le projet proposé, sa conception, sa mise en œuvre, son suivi et son évaluation, et les associera à ces activités, - Mettre en œuvre d'autres programmes, au besoin, en vue de promouvoir et renforcer les objectifs de préservation de la biodiversité et la bonne gestion de cette zone. 	<p>Obligation de cohérence avec les objectifs de gestion et conservation</p>

Les critères et les seuils pour la détermination d'un habitat critique sont repris dans le tableau ci-dessous.

¹³Espèces endémiques ou à distribution limitée : aire d'occurrence < 50 000 km² ou nombre de localités avec présence < 100

Tableau 65 : Critères et seuils pour la détermination d'un habitat critique

Critère NP n°6	Description et seuils
Critère 1 : Espèces en danger critique d'extinction (CR) ou en danger d'extinction (EN)	(a) Zones abritant des concentrations d'importance mondiale d'une espèce EN ou CR inscrite sur la liste rouge de l'IUCN (>0,5% de la population mondiale ET >5 unités reproductrices d'une espèce CR ou EN). (b) Zones qui abritent des concentrations d'importance mondiale d'une espèce vulnérable (VU) sur la liste rouge de l'IUCN, dont la perte entraînerait le changement du statut de la Liste rouge de l'IUCN en EN ou CR et atteindrait les seuils du critère (a). (c) Le cas échéant, zones contenant des concentrations importantes d'une espèce EN ou CR inscrite au niveau national ou régional
Critère 2 : Espèces endémiques ou à distribution restreinte	(a) Zones qui abritent régulièrement ≥10% de la taille de la population mondiale ET ≥10 unités reproductrices d'une espèce*. *Pour les vertébrés et les plantes terrestres, une espèce à aire de répartition restreinte est définie comme celles qui ont une zone d'occurrence de moins de 50 000 km ² ;* Pour les espèces riveraines et autres espèces aquatiques dans les habitats qui ne dépassent pas 200 km de largeur en tout point (par exemple, les rivières), l'aire de répartition restreinte est définie comme ayant une aire de répartition mondiale inférieure ou égale à 500 km de portée géographique linéaire (c'est-à-dire la distance entre les emplacements occupés les plus éloignés). Il existe des données limitées sur les emplacements occupés par des espèces d'eau douce et marines, et la disponibilité de ces données est limitée. Ainsi, pour les espèces d'eau douce, cela a été calculé en mesurant la distance des deux points les plus éloignés du ou des bassins versants dans lesquels l'espèce est présente. Pour les espèces côtières, il a été calculé en mesurant l'axe le plus long de l'aire de répartition de l'espèce. Pour les espèces d'eau douce en particulier, cette approche peut sous-estimer le nombre d'espèces à aire de répartition restreinte, car elles peuvent ne pas occuper l'intégralité des bassins versants dans lesquels elles se trouvent. Pour résoudre ce problème, une attention particulière a également été accordée aux espèces d'eau douce dont la portée géographique linéaire était inférieure à 600 km.
Critère 3: Espèces migratrices / grégaires	(a) Zones connues pour accueillir, sur une base cyclique ou régulière, ≥ 1 % de la population mondiale d'une espèce migratrice ou grégaire à tout moment du cycle de vie de l'espèce (b) Zones qui abritent de manière prévisible ≥ 10% de la population mondiale d'une espèce pendant les périodes de stress environnemental.
Critère 4 : Ecosystèmes menacés ou uniques	a) Zones représentant ≥5% de l'étendue mondiale d'un type d'écosystème répondant aux critères du statut IUCN de CR ou EN. b) D'autres zones qui n'ont pas encore été évaluées par l'IUCN mais qui sont considérées comme hautement prioritaires pour la conservation par une planification systématique régionale ou nationale de la conservation.
Critère 5	Caractéristiques écologiques nécessaires pour préserver la viabilité des valeurs de la biodiversité décrites dans les critères précédents
Critère 6 à 8	Zones protégées juridiquement et reconnues à l'échelle internationale comme étant riches en biodiversité

Le tableau de l'annexe 4 présente une liste de toutes les espèces menacées (catégories En Danger Critique, En Danger et Vulnérable) figurant dans la Liste Rouge de l'IUCN, dans un rayon de 25 km autour de N'Djamena.

Tableau 66 : Biodiversité prioritaire et Habitat Critique (normes SFI)

	Description/Distribution	Caractéristique de Biodiversité Prioritaire O/N	Caractéristique d'Habitat Critique O/N
Critère 1. Présence d'espèces menacées			
<ul style="list-style-type: none"> ■ Habitat d'Importance Significative pour espèces En danger ou En danger Critiques (IUCN EN or CR ou Liste rouge nationale) ■ Pas de Liste rouge Nationale 			
Espèce	Statut IUCN		

	Description/Distribution	Caractéristique de Biodiversité Prioritaire O/N	Caractéristique d'Habitat Critique O/N
Aigle ravisseur (<i>Aquila rapax</i>)	VU Observation d'un immature en phase d'erratisme Espèce non reproductrice sur le site	Non	Non
Diverses espèces de Vautours	CE à EN Non observés, espèces absentes depuis plusieurs années des sites, suite à leur déclin généralisé	Non	Non
Critère 2. Présence d'Espèces endémiques à distribution restreinte			
Aucune espèce	Niveau d'endémisme maximale pour des espèces à vaste distribution Sahélienne	Non	Non
Critère 3. Présence d'Espèces migratrices et/ou grégaires			
Aucune espèce		Non	Non
Critère 4. Présence d'Ecosystèmes menacés			
Pas d'évaluation nationale des écosystèmes	Milieu dégradé	Non	Non
Critère 5. Processus évolutif clé			
Non	Milieu dégradé	Non	Non

En termes d'analyse d'habitat, les habitats observés sur le site sont très largement impactés par l'activité humaine, agriculture et élevage, qui ont largement modifié les fonctions écologiques primaires du milieu : Ils peuvent donc être qualifiés d'Habitats modifiés, et on n'y trouve, en l'état actuel des connaissances, pas d'espèces menacées.

L'habitat qui se rapproche le plus des critères d'Habitat Naturel est l'Oued, avec ses grands arbres mais qui reste en dehors de la zone d'implantation du projet.

11.4 Récepteurs sensibles

Tableau 67 : Biodiversité - Récepteurs sensibles

Récepteur	Sensibilité	Justification
Oued de Lamadji	Faible	Zone d'habitat le plus proche des critères d'Habitat Naturel. Cette zone reste cependant en dehors de la zone du projet, sa sensibilité est faible.
Ensemble de la flore sur le site et le long du tracé de la ligne électrique (espèces arbustives et herbacées).	Faible	Le site abrite différentes espèces arboricoles ayant un faible niveau d'endémisme et sans espèce menacée. Ces arbres permettent cependant d'assurer une certaine stabilité des sols et apportent ponctuellement de l'ombrage. La sensibilité est faible.
Faune locale (terrestre et avifaune)	Faible	Aucune faune remarquable n'est identifiée sur le site que ce soit pour les mammifères, avifaune, herpétofaune et invertébrés. La sensibilité est faible.

11.5 Impact et mesures en phase de construction

11.5.1 Impacts

11.5.1.1 Description des impacts

L'enquête de terrain réalisée en saison sèche et en saison humide a montré que la biodiversité du site de la centrale photovoltaïque était limitée.

La construction de la centrale, de la ligne électrique et de la voie d'accès nécessitera le déploiement des machines sur place, les livraisons, le débroussaillage et l'excavation, ce qui entrainera :

- élimination de la flore existante sur place notamment les arbres présents sur le site et les zones arborées le long du tracé de la ligne électrique le cas échéant, et aura un impact sur la banque de semences,
- un risque de mortalité directe de la faune sur place et la destruction des nids et
- Perturbation de toute faune sur ou à proximité du site.

Le nettoyage du site éliminera la végétation existante (en particulier le dessouchement des arbres) et le mouvement de terre pour le nivellement du site aura une incidence sur la banque de semences. Ceci concerne un habitat modifié à faible intérêt écologique ne comprenant aucune espèce menée ou endémique.

L'apport de remblai exogène peut apporter potentiellement des graines d'espèces exotiques invasives.

La mortalité directe de la faune sur le site et le long des voies d'accès peut être causée pendant le nettoyage du site et le déplacement des véhicules. Les espèces à déplacement lent tels que les reptiles sont les plus sensibles. Malgré un potentiel important, seules deux espèces de reptiles ont été observées sur le site non endémiques et non menacées.

Les perturbations des zones voisines peuvent être causées par l'éclairage, la poussière ou le bruit. L'éclairage provoque des impacts très localisés, la poussière est temporaire et sur une courte distance, si l'on considère la distance avec les habitats sensibles, ces impacts sont considérés comme négligeables.

Tableau 68 : Biodiversité – Intensité des impacts en phase de construction

Impact	Intensité	Justification
Perte d'habitat / destruction de la flore	Moyenne	Les travaux vont entrainer l'élimination des arbres et de la flore en général sur site et le long du tracé de la ligne électrique sur les zones arborées le cas échéant. L'élimination de certains arbres abritant vont impacter les oiseaux notamment en période de reproduction. La zone touchée de 20 ha est relative restreinte par rapport à l'ensemble de l'habitat modifié. L'intensité est moyenne.
Destruction des banques de semences	Faible	Le défrichage du site et le mouvement de terre altéreront la diversité et la densité des graines dans les sols. L'enlèvement de la végétation limitera également le dépôt de nouvelles graines, et le compactage du sol empêchera la repousse des graines restantes sur le site. Cet impact est faible
Développement d'espèces invasives	Faible	L'apport de matériaux extérieurs constitue un risque d'apport d'espèces exotiques invasives. Le projet réutilisera les matériaux meubles existants sur site. Les apports de matériau sont limités à des matériaux concassés. Le risque d'apport d'espèces potentiellement invasives est très réduit.
Mortalité de la faune terrestre	Faible	L'augmentation des niveaux de trafic et des machines, ainsi que le nettoyage et le terrassement du site pourraient causer une mortalité directe des reptiles et autres animaux terrestres sur le site du projet et sur la voie d'accès.

11.5.1.2 Evaluation de l'impact

Tableau 69 : Biodiversité – Importance des impacts en phase de construction

Impact	Intensité	Récepteur	Sensibilité	Importance de l'impact
Perte d'habitat / destruction de la flore	Moyenne	Oued de Lamadji	Faible	Mineure
	Moyenne	Ensemble de la flore sur le site (espèces arbustives et herbacées).	Faible	Mineure
	Moyenne	Avifaune (Nid présents au niveau de certains arbres)	Faible	Mineure
Destruction des banques de semences	Faible	Ensemble de la flore sur le site (espèces arbustives et herbacées).	Faible	Négligeable
Développement d'espèces invasives	Faible	Ensemble de la flore sur le site (espèces arbustives et herbacées).	Faible	Négligeable
Mortalité de la faune terrestre	Faible	Faune locale	Faible	Négligeable

11.5.2 Mesures d'atténuation

Tableau 70 : Biodiversité – Mesures d'atténuation en phase de construction

Impact	Mesures d'atténuation	Responsabilité	Calendrier
Perte d'habitat / destruction de la flore	Réaliser un inventaire au niveau du milieu aquatique avant la réalisation des travaux	QIT	Saison des pluies 2024 – avant la réalisation des travaux
	Toutes les installations et infrastructures temporaires pour la phase de construction seront situées à l'intérieur des limites du site du projet.	EPC et sous-traitants	Phase construction
	Limiter strictement le déplacement des engins au niveau du site et ne pas empiéter sur la zone de l'oued.	EPC et sous-traitants	Phase construction
	Éviter les travaux durant la période des pluies (maximum de reproduction des oiseaux)	EPC et sous-traitants	Phase construction
	En cas de retard de travaux et réalisation en saison des pluies, éviter les travaux lors des pluies tant que le système de drainage n'est pas opérationnel. Prévoir un système de décantation en aval du drainage pour limiter la turbidité dans la zone humide.	EPC et sous-traitants	Phase de construction
	Le schéma d'implantation des panneaux vise à limiter la destruction des arbres.	EPC et sous-traitants	Phase conception
	L'implantation des pylônes de la ligne électrique évitera la destruction des arbres.	EPC et sous-traitants	Phase conception

Impact	Mesures d'atténuation	Responsabilité	Calendrier
Destruction des banques de semences	La terre de surface sera conservée et isolée pour être réutilisée dans la phase de réhabilitation des zones de chantiers.	EPC et sous-traitants	Phase construction
Développement d'espèces invasives	Limiter l'apport de matériaux susceptible de contenir des espèces invasives.	EPC et sous-traitants	Phase construction
Mortalité de la faune terrestre	Formation et sensibilisation des travailleurs sur le chantier pour ne pas tuer ou porter atteinte aux oiseaux ou aux nids en cas de leur présence sur site. Ces oiseaux ou nids seront identifiés et signalés et seront déplacés en dehors du site.	EPC et sous-traitants	Phase construction
	Formation initiale permettant de sensibiliser les personnes à la faune qui peut être rencontrée, y compris les reptiles et les insectes et des protocoles à suivre pour éviter de nuire à la faune.	EPC et sous-traitants	Phase construction
	Les feux seront interdits	EPC et sous-traitants	Phase construction

11.5.3 Impacts résiduels

Tableau 71 : Biodiversité– Importance de l'impact résiduel – Phase de construction

Impact	Récepteur sensible	Importance	Atténuation	Importance de l'impact résiduel
Perte d'habitat / destruction de la flore	Oued de Lamadji	Mineure	Oui	Insignifiante
	Ensemble de la flore sur le site (espèces arbustives et herbacées).	Mineure	Oui	Insignifiante
	Avifaune (Nid présents au niveau de certains arbres)	Mineure	Oui	Insignifiante
Destruction des banques de semences	Ensemble de la flore sur le site (espèces arbustives et herbacées).	Négligeable	Oui	Insignifiante
Développement d'espèces invasives	Ensemble de la flore sur le site (espèces arbustives et herbacées).	Négligeable	Oui	Insignifiante
Mortalité de la faune terrestre	Faune locale	Négligeable	Oui	Insignifiante

11.6 Impacts et mesures en phase d'exploitation

11.6.1 Impacts

11.6.1.1 Description des impacts

Les impacts sur la biodiversité pendant la phase d'exploitation concerne la mortalité directe de la faune terrestre. L'ampleur est plus faible que pendant la phase de construction, puisque le nombre de véhicules, de livraisons et de personnel sur place est nettement inférieur.

La végétation naturelle pourra se développer sur place pendant la phase d'exploitation. Le développement de la végétation pourra se faire si elle n'entraîne pas des risques de sécurité. La végétation sur place ne sera pas pâturée et bénéficiera de l'ombre des panneaux, de sorte qu'elle sera probablement plus dense qu'avant construction. La végétation se développera également dans la zone de servitude 5 mètres au-delà de la clôture.

En phase d'exploitation, la re-végétation naturelle du site grâce aux zones d'ombres formées par les panneaux, à l'eau de pluie ou à l'eau provenant des lavages des miroirs, créera des conditions favorables à la nidification des oiseaux.

La clôture réduira probablement la pression prédatrice, ce qui rend la zone plus attrayante pour les oiseaux que l'habitat avant la construction. La destruction de la végétation pour des raisons de sécurité entraînera la destruction des nids d'oiseaux le cas échéant.

En phase d'exploitation la ligne électrique présente des risques de collision et d'électrocution pour les oiseaux. La présence de la zone humide au niveau du cimetière constitue un milieu favorable pour les oiseaux qui y trouvent une source d'alimentation.

Dans certains cas, l'avifaune est attirée par les panneaux solaires croyant qu'il s'agit de plans d'eau et rentrent en collision avec les panneaux pouvant entraîner la mort ou causer des blessures. Ce risque a surtout été identifié aux Etats-Unis pour des parcs solaires importants implantés en zone aride. Ce risque semble néanmoins limité selon d'autres études¹⁴.

Tableau 72 : Biodiversité – Intensité des impacts en phase d'exploitation

Impact	Intensité	Justification
Mortalité de la faune terrestre	Négligeable	Le trafic des véhicules en phase d'exploitation pourra causer une mortalité directe des reptiles et autres animaux terrestres sur le site du projet et sur la voie d'accès. Compte tenu du faible trafic, l'intensité est insignifiante.
Mortalité des oiseaux par collision/électrocution avec la ligne électrique.	Faible	Les oiseaux attirés notamment par la présence de la zone humide au niveau du cimetière risquent de rentrer en collision avec la ligne électrique pouvant entraîner la mort ou des blessures. Si les oiseaux sont assez grands pour toucher deux fils ou un fil et l'armature métallique du poteau électrique, il y a un risque d'électrocution. Les oiseaux observés sur site sont de petite taille, le risque est donc faible.
Mortalité des oiseaux par collision avec les panneaux solaires.	Négligeable	Certains oiseaux peuvent être attirés par les panneaux solaires les confondant avec un plan d'eau. Ce risque semble très limité et considéré comme négligeable.
Usage de pesticides/herbicides	Faible	Après la période des pluies, il est vraisemblable que la végétation des herbacées va se développer. Le contrôle de cette végétation devra être fait pour éviter un développement nuisant à la production et pour éviter les risques d'incendie. L'usage de pesticides toxiques peut impacter un spectre élargi d'espèces. L'intensité est faible.

¹⁴ Source : PHOTOVOLTAÏQUE, SOL ET BIODIVERSITÉ - Enjeux et bonnes pratiques – ADEME – Office Français de la Biodiversité – Mars 2023.

11.6.1.2 Evaluation des impacts

Tableau 73 : Biodiversité – Importance des impacts en phase d'exploitation

Impact	Intensité	Récepteur	Sensibilité	Importance de l'impact
Mortalité de la faune terrestre	Négligeable	Faune terrestre locale	Faible	Insignifiante
Mortalité des oiseaux par collision/électrocution avec la ligne électrique.	Faible	Faune (Avifaune) locale	Faible	Négligeable
Mortalité des oiseaux par collision avec les panneaux solaires.	Négligeable	Faune (Avifaune) locale	Faible	Insignifiante
Usage de pesticides/herbicides	Faible	Faune et flore locale	Faible	Négligeable

11.6.2 Mesures d'atténuation

Tableau 74 : Biodiversité – Mesures d'atténuation en phase d'exploitation

Impact	Mesures d'atténuation	Responsabilité	Calendrier
Mortalité de la faune (terrestre et avifaune) au niveau du site	Formation et sensibilisation des travailleurs pour ne pas tuer ou porter atteinte aux oiseaux ou aux nids en cas de leur présence sur site.	EPC/QIT	Phase exploitation
	Enlever la végétation une fois la reproduction des oiseaux achevée (à partir de fin novembre)	EPC/QIT	Phase exploitation
	Formation initiale permettant de sensibiliser les personnes à la faune qui peut être rencontrée, y compris les reptiles et les insectes et des protocoles à suivre pour éviter de nuire à la faune.	EPC/QIT	Phase exploitation
	Les feux seront interdits	EPC/QIT	Phase exploitation
Mortalité de l'avifaune par collision / électrocution avec la ligne électrique	Utiliser des modèles de pylône non dangereux pour l'avifaune, sans risque d'électrocution	EPC	Phase de conception
	Visualiser la ligne de Lamadji (zone humide proche dans le cimetière) au moyen de balises de type flapper (cf type de modèle ci-dessous), qui sont actuellement les plus efficaces pour limiter la mortalité.	EPC	Phase de conception

Impact	Mesures d'atténuation	Responsabilité	Calendrier
Usage de pesticides/herbicides	Privilégier le désherbage mécanique	EPC/QIT	Phase exploitation

11.6.3 Impacts résiduels

Tableau 75 : Biodiversité– Importance de l'impact résiduel – Phase d'exploitation

Impact	Récepteur sensible	Importance	Atténuation	Importance de l'impact résiduel
Mortalité de la faune terrestre	Faune locale	Insignifiante	Oui	Insignifiante
Mortalité des oiseaux par collision/électrocution avec la ligne électrique.	Faune locale (Avifaune)	Négligeable	Oui	Insignifiante
Mortalité des oiseaux par collision avec les panneaux solaires.	Faune locale (Avifaune)	Insignifiante	Non	Insignifiante
Usage de pesticides/herbicides	Faune et flore sur site	Négligeable	Oui	Insignifiante

12. Activités socio-économiques

12.1 Introduction

Le développement de ce type de projet a des effets importants sur les conditions socio-économiques des populations par notamment de la création d'emploi et de différents services.

Le projet aura également des impacts sur l'occupation actuelle du sol et l'appropriation partielle des terrains par la population locale.

12.2 Méthodologie

Les principaux indicateurs tels que la population, l'économie, le marché du travail et le développement social au niveau de la ville sont présentés sur la base des données bibliographiques existantes.

Un recensement exhaustif de la population présente sur site et/ou se déclarant comme propriétaire a été réalisé entre Décembre 2022 et Octobre 2023 dans l'objectif de la préparation d'un Plan d'Action de Réinstallation. Les questionnaires de ces enquêtes sont présentés en annexe 5.

Des enquêtes auprès de la population des différents villages ont également été réalisées lors de l'élaboration des études d'impact environnemental et social de 2018.

L'état de référence présente des données à l'échelle de l'arrondissement ainsi que des informations spécifiques concernant la population directement concernée par le site du projet.

12.3 Etat de référence

12.3.1 Situation administrative et organisation territoriale

Le projet de la centrale solaire de Lamadji se rattache administrativement à la ville de N'Djaména précisément dans le 10^{ème} Arrondissement et est situé entre deux quartiers à savoir Achawail et Annoura (bénéficiaires direct) dans le 10^{ème} arrondissement de la ville de N'Djaména.

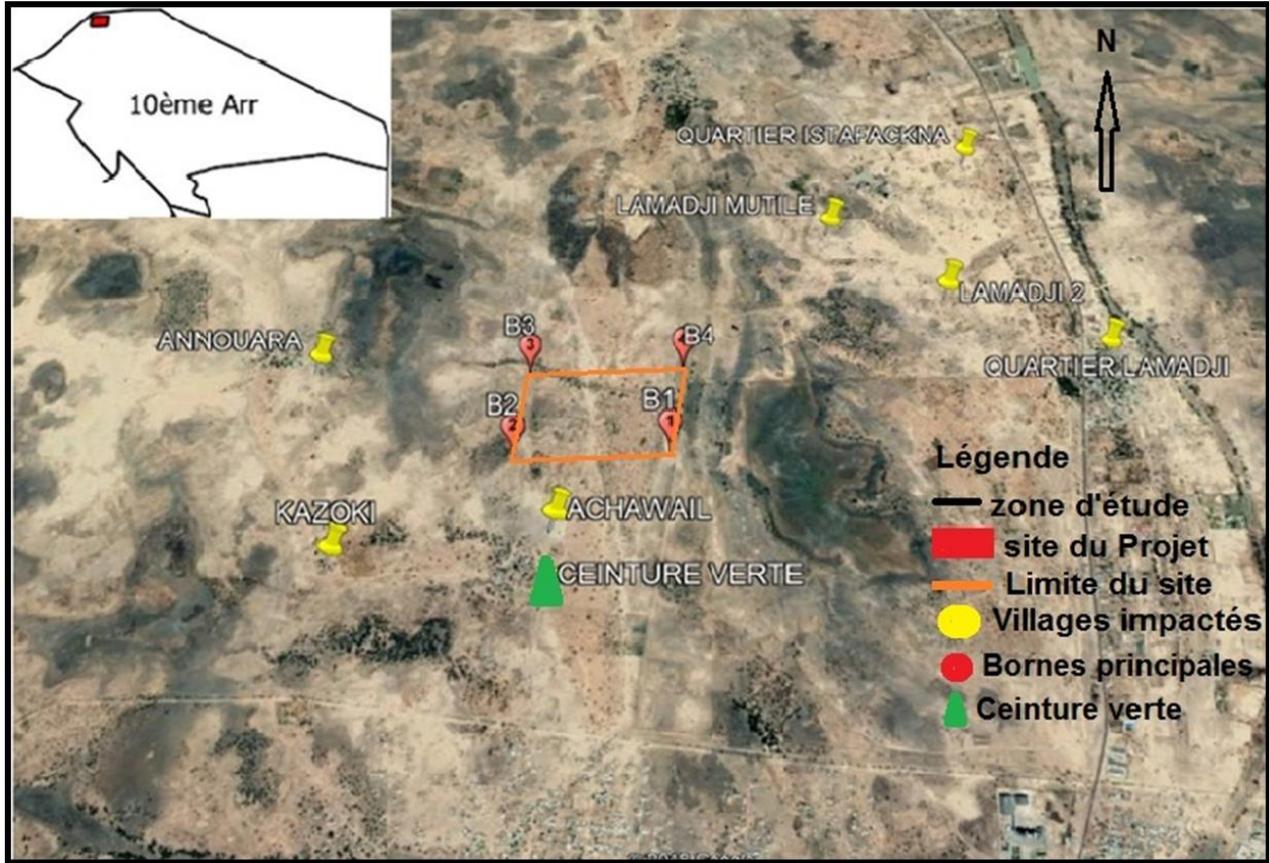
A ces deux quartiers, viennent s'ajouter quatre autres quartiers (Bénéficiaire indirect) dans un rayon d'au moins 2Km. Il s'agit des quartiers Lamadji (Est), Sadjiré (Sud), Kazoki (Sud Sud-Ouest) et Djikémé (Nord). La situation de ces quartiers est présentée dans le Tableau 76 et la Figure 57.

Tableau 76 : Situation des localités par rapport à la zone du projet

Quartiers/villages	Distance	Orientation par rapport au site
ACHAWAIL	448 m	Sud
ANOVARA	1,2 km	Ouest
LAMADJI	2,3km	Est
LAMADJI MUTILE	1,2km	Nord-Est
LAMADJI 2 (Carré)	1,5km	Nord-Est
KAZOKI	1,1km	Sud-Ouest

Source : EIES – BARES - 2018

Figure 57 : Situation des localités dans les environs de la zone du projet



Source : EIES – BARES - 2018

12.3.2 Caractéristiques démographiques

La population du Tchad, selon le Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH2) de 2009, était de 11 072 067 habitants. Elle est estimée à 18,6 millions en 2023¹⁵. La population du Tchad est très jeune : les moins de 25 ans représentent 68% du total de la population, tandis que les plus de 60 ans représentent 4,5%. Selon le milieu de résidence, 21,9% de la population vit en milieu urbain, 78,1% en milieu rural. La densité moyenne de la population est relativement faible (10,65 hab./km²) à l'exception de la Province de N'Djaména avec 2 356,72 hab./km². De 2018 à 2021 la population du Tchad a augmenté d'environ 11%.

12.3.2.1 Commune du 10^{ème} arrondissement

D'après le deuxième recensement général de la population et de l'habitat (RGPH2, 2009), la ville de N'Djaména abrite 8,9% de la population nationale, soit 993 477 habitants. Compte tenu des taux de croissance au niveau national et selon certaines estimations, la population atteindrait plus de 1,5 millions d'habitants en 2023.

Au niveau du 10^{ème} arrondissement, la population s'élève à 81 790 habitants dont 45% sont des femmes. La taille moyenne d'un ménage au niveau de l'arrondissement est d'environ 5,61 individus.

La répartition de la population concernée par le projet par âge est présentée au niveau du tableau suivant :

¹⁵ Source : <https://www.afdb.org/fr/countries/central-africa/chad>.

Tableau 77 : Ventilation de la population concernée par le projet par âge

Catégories	Nombre	Répartition
Enfant (0-14 ans)	36 042	49%
Jeunes (15-24 ans)	13 347	18%
Adultes (25-59 ans)	21 844	29%
Personnes âgées (60 ans et plus)	2 814	4%

Source : EIES – BARES - 2018

12.3.2.2 Zone du projet

Dans la zone du projet, nous considérons :

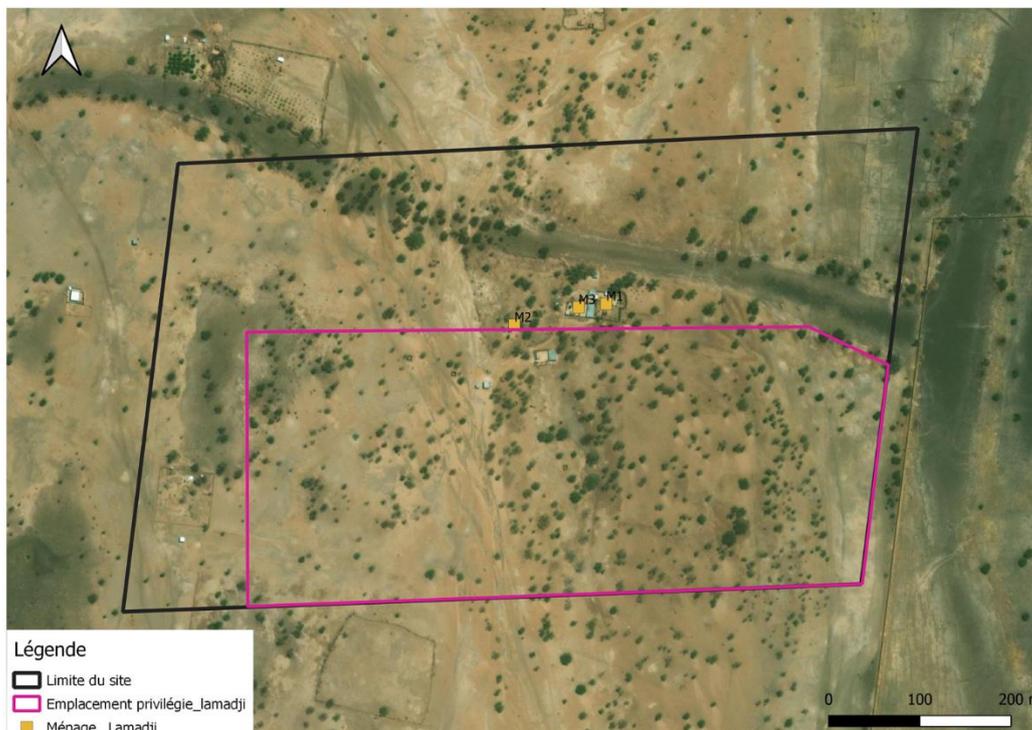
- L'emprise de 40 hectares objet de l'arrêté N°217/PR/PM/MPE/SG/2017 du 23/10/2017 du Ministre en charge de l'Energie mettant à disposition le site au Groupe Transfert Tchad, devenue QIT conformément au Contrat Cadre conclu entre les deux parties
- L'emprise de la centrale photovoltaïque qui couvre environ 20 ha.

Trois ménages ont été recensés dans l'emprise de 40 ha. Ces 3 ménages représentent chacun, 19,12 et 8 personnes.

Tableau 78 : Ménages identifiés au sein du site du projet

Ménage	Taille de ménage	Nombre de personnes			
		Père	Mère	Garçons	Fille
M1	19	1	3	11 (2 et 18 ans)	4 (1 à 16 ans)
M2	12	1	1	7 (4 entre 1 et 6 ans) et 3 entre 18 et 24 ans)	3 (16 ans, 20 ans et 30 ans)
M3	8	1	1	1 (2 ans)	5 (2 mois à 11 ans)

Figure 58: Carte de situation des ménages sur l'emprise de 40 ha



Source : Google earth – Annotations Burgeap - 2023

Les chefs de ménage M1, M2 et M3 sont des hommes, mariés, âgés respectivement de 45, 58 et 68 ans.

Selon leurs déclarations, la source de revenu des responsables des ménages M1 et M3 est l'agriculture et l'élevage. Le chef de ménage M2 exerce l'activité de marabout et également un peu d'agriculture.

Tableau 79: Profil socio-économique des responsables de ménages

Ménage	Responsable du ménage							
	Sexe	Age	Situation familiale	Régime matrimonial	Activités principales	Type de source revenu	Montant moyen F CFA	Périodicité
M1	Homme	45	Marié	Polygamie	Agriculture et élevage	Culture de sésame	500 000	Saisonnier
						Culture maraîchère	1 000 000	
M2	Homme	58	Marié	Monogamie	Marabout et agriculture	Marabout	75 000	Mensuel
M3	Homme	68	Marié	Monogamie	Agriculture et élevage	Agriculture et élevage	-	Saisonnier

Source : Enquêtes socio-économiques – BURGEAP - BARES - 2023

L'implantation de la centrale photovoltaïque tient compte des contraintes sociales et environnementales, afin de limiter le déplacement physique des ménages et de limiter les contraintes liées aux zones inondables.

Seul le ménage M2 situé dans la zone de servitude de 5 mètres au nord du site devra être déplacé.

12.3.3 Organisation sociale et peuplement de la zone

L'organisation sociale dans le site de Lamadji est de type traditionnel. En effet, elle repose sur le système des chefferies locales. Ces autorités traditionnelles locales sont des chefs de village, des conseils des sages ou des notables. Avec l'avènement de la décentralisation au Tchad, certains chefs de villages ou dignitaires sont devenus des délégués du quartier, par contre d'autres, des chefs de carré. Les décisions importantes sont prises au niveau communal. Cependant, les autorités locales ont les prérogatives d'assurer la cohésion sociale de leur localité, de régler les griefs communautaires et de représenter leurs populations aux instances communales.

Les travaux de culture des champs, de construction des maisons et de l'élevage sont le quotidien des taches des hommes. D'autres activités moins lourdes comme la vente des récoltes, le puisage de l'eau et l'entretien de la famille sont dévolus aux femmes. Les plus jeunes quant à eux s'occupent du petit bétail.

► Groupes ethniques

Le site de Lamadji est situé en périphérie périurbaine, habitée par des paysans sédentaires ou des éleveurs semi-sédentaires. On y compte Cinq (05) groupes ethniques à savoir Arabe, Gouran, Kanambou, Zahawa, Hadjaräi.

L'histoire des communautés du site de Lamadji a commencé avec les Sao et ensuite des **éleveurs Arabes** transhumants sillonnant la région du Chari Baguirmi. Certains se sont établis, créant des ferrick à Achawail, Anouara, Lamadji et constituant ainsi différents groupes ethniques. A ces groupes ethniques se sont ajoutés les Gouran, Kanembou, Boulala et les Hadjaräi.

Les visites de site réalisées de manière régulière (mensuellement depuis le second semestre de 2022) n'ont pas identifié de passage de nomades. Cependant le site serait ponctuellement traversé par des éleveurs nomades.

Il n'y a pas sur la zone du projet de peuples autochtones au sens de la norme de performance 7 des standards de la SFI.

► Religion

Les communautés du site de Lamadji sont uniquement de confession musulmane. On dénombre quatre (04) mosquées dont une située sur l'emprise de la centrale photovoltaïque et les trois (03) autres situées au quartier Achawail.

12.3.4 Activités économiques

Les activités économiques présentées par la suite concernent l'ensemble des villages directement concernés par le projet (Achawail et Annaoura) et les 4 autres villages indirectement concernés par le projet.

12.3.4.1 Agriculture et élevage

L'agriculture pratiquée dans cette zone est à la fois une source de revenu et un moyen de subsistance pour les ménages. En effet, la production des légumineuses et de production maraîchère donne une forme substantielle de revenus pour la population dont 65% sont des agriculteurs.

L'agriculture pratiquée peut parfois être irriguée mais est dans la plupart du temps une agriculture de décrue au niveau des zones inondables.

L'élevage constitue également une source de revenus pour la zone. Les espèces élevées sont des bœufs, des dromadaires, des chevaux, des ânes, des moutons et aussi de la volaille. Les terres mise en culture servent de zone de pâturage aux animaux après les récoltes.

Au niveau de l'emprise de la centrale photovoltaïque, il n'y a très peu de parcelles cultivées. En 2023, seules 6 parcelles ont été cultivées couvrant une superficie de XXX. En effet cette zone reste en grande partie à sec tout au long de l'année ce qui ne permet pas des cultures de décrue.

Les animaux appartenant aux populations à proximité peuvent y paître sans pour autant y trouver une nourriture suffisante.

12.3.4.2 Commerce

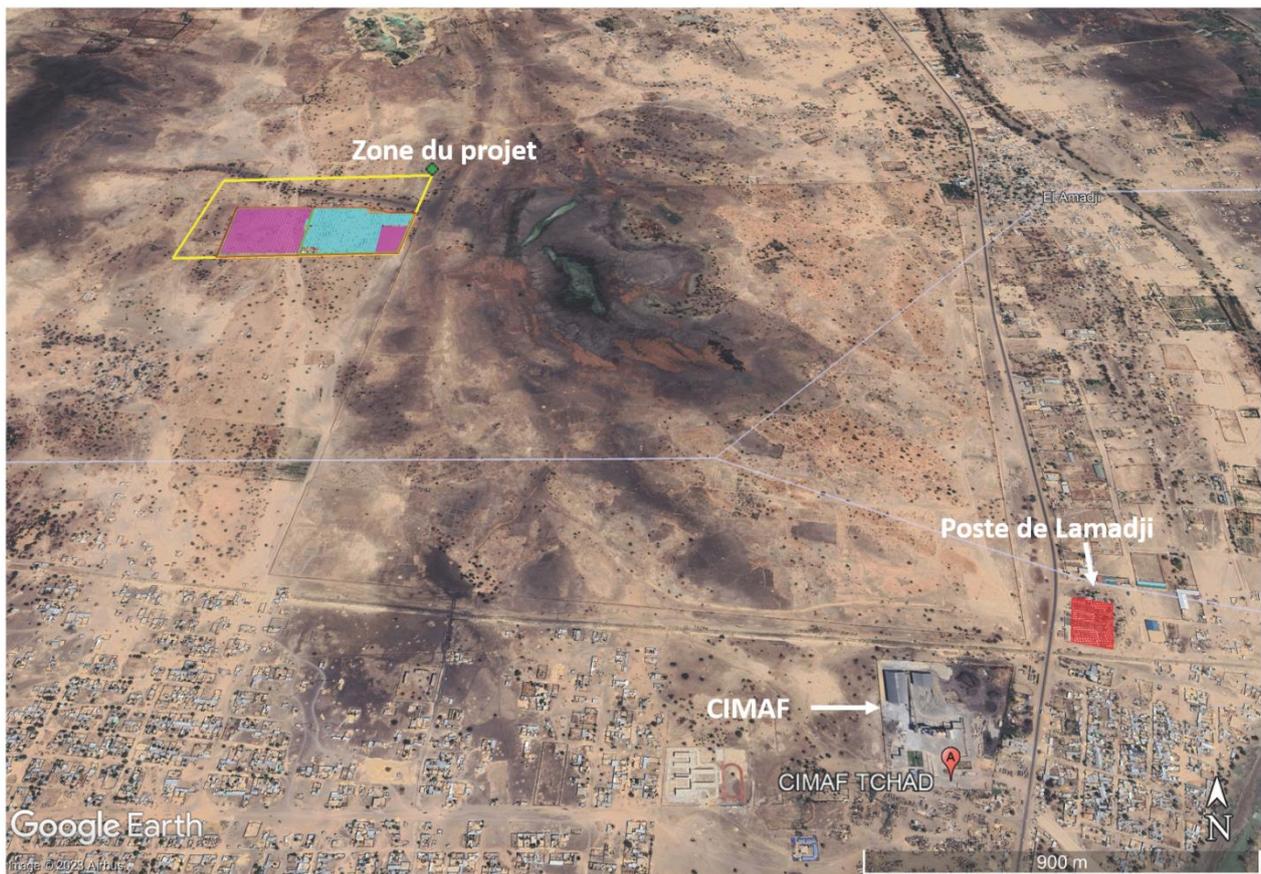
Des activités commerciales se situent le long des voies routières.

Aucun commerce ou activité commerciale n'est présente sur le site.

12.3.4.3 Industrie

Aucune unité et activité industrielle se trouve dans la zone du projet. L'unité industrielle la plus proche est la cimenterie CIMAF à environ 4 km située au sud de la route de 20 mètres à l'embranchement depuis la route nationale de N'Djamena à Massaguet (Figure 59).

Figure 59 : Localisation de la cimenterie de CIMAF



Source : Google earth – annotations Burgeap.

12.3.5 Emploi et niveau de vie

Le Tchad est un des pays les plus pauvres au monde en raison de son faible développement, de la disponibilité très limitée des services sociaux de base et de l'exposition aux risques climatiques et environnementaux.

L'Indice de développement humain du PNUD de 2022 le classe au 190ème rang sur 191 pays; cependant la pauvreté extrême est un phénomène surtout rural. Le revenu annuel par habitant est de 686 d'USD en 2021 contre 663 d'USD en 2017¹⁶.

La pauvreté et la vulnérabilité sont omniprésentes au Tchad, avec 42,3 % de personnes vivant en dessous du seuil de pauvreté national. L'extrême pauvreté (\$2,15/jour par habitant, PPA 2017) reste également élevée dans le pays et a augmenté de manière significative, passant de 31,2 % en 2018 à 34,9 % en 2021 et 35,4 % en 2023¹⁷.

Selon l'Institut national de la statistique, des études économiques et démographiques (INSEED), le chômage touche 5,8% de la population, celui des jeunes diplômés, très élevé, ayant passé de 42% en 2015 à 60% en 2017.

Les activités économiques restent réduites dans la zone d'étude et n'offre pas de perspectives d'emploi importantes pour la population.

Les activités principales des 3 ménages au niveau de la zone du projet qui constituent les principales sources de revenus sont :

- Agriculture seule (M1)
- Marabout (M2)
- Agriculture et élevage (M3)

Le ménage M1 pratique quelques cultures maraîchères irriguées (sésame, légumes, tomates, choux) de manière saisonnière. Ses revenus estimés à 1 500 000 FCFA annuellement (environ 2 300 euros) lui permettent de faire face à ses dépenses (estimées à 160 euros/mois). Les principales dépenses concernant les produits domestiques et les dépenses pour la santé.

Le ménage M2 tire ses revenus de l'activité principale du chef de ménage en tant que marabout (75 000 FCFA mensuel soit environ 115 euros). Ce revenu est régulier. Les principales dépenses concernent également les produits domestiques et dépenses pour la santé.

Le ménage M3 n'a pas précisé les éléments liés à ses sources de revenu et ses dépenses.

Les niveaux de revenu de ces ménages sont faibles et sont une source de vulnérabilité importante notamment pour les ménages à revenu irrégulier. Les conditions de vie sont précaires sans pour autant traduire une situation de grande pauvreté.

12.3.6 Equipements sociaux et infrastructures de base

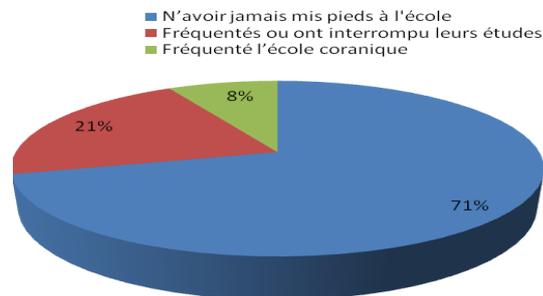
► Education

Les enquêtes réalisées en 2018 ont montré que le taux global de scolarité est faible sur l'ensemble des villages. Cela s'explique par un manque quasi total des structures scolaires. En effet, on y dénombre seulement trois (3) écoles dans la zone. Il s'agit des écoles primaires de Lamadji, Lamadji Mutilé et celle d'Anouara.

¹⁶ Source : https://www.wto.org/french/tratop_f/tpr_f/s445-06_f.pdf

¹⁷ Source : <https://www.banquemondiales.org/fr/country/chad/overview>

Figure 60: Taux global de scolarisation



Source : EIES BARES - 2018

Les enfants des 3 ménages installés sur le site ne sont pas scolarisés et les adultes n'ont jamais fréquenté l'école.

Aucun établissement scolaire n'a été identifié au niveau de la zone d'étude du projet. L'école la plus proche étant à 3 km.

► Santé

Les enquêtes socio-économiques réalisées en 2018 ont permis de mettre en évidence un mauvais accès à la couverture sanitaire dans la zone d'étude. En effet, aucune structure sanitaire n'a été identifiée dans la zone lors de cette étude. Les inégalités en termes de répartitions des structures sanitaires sont très frappantes entre ces quartiers du 10^{ème} arrondissement de la ville de N'Djaména. Ainsi, les soins se font de façon traditionnelle ou la population parcourt une certaine distance pour des besoins sanitaires.

La précarité des moyens de survie et de protection sanitaire des populations de la zone d'étude et l'insalubrité contribuent à une morbidité toujours présente. En effet, sur l'ensemble de la zone, la plupart des ménages ont vu en leur sein un membre malade lors des trois derniers mois précédant l'enquête. L'absence des structures sanitaire dans la zone n'est pas sans conséquence. En effet, certaines maladies sont fréquentes et perdurent quelques fois faute du manque des soins. Parmi ces maladies, on compte le paludisme (51% des cas), fièvre typhoïde (18%), maladies hydriques 17% et autres maladies 14%. Ces chiffres témoignent de la situation sanitaire générale de la zone.

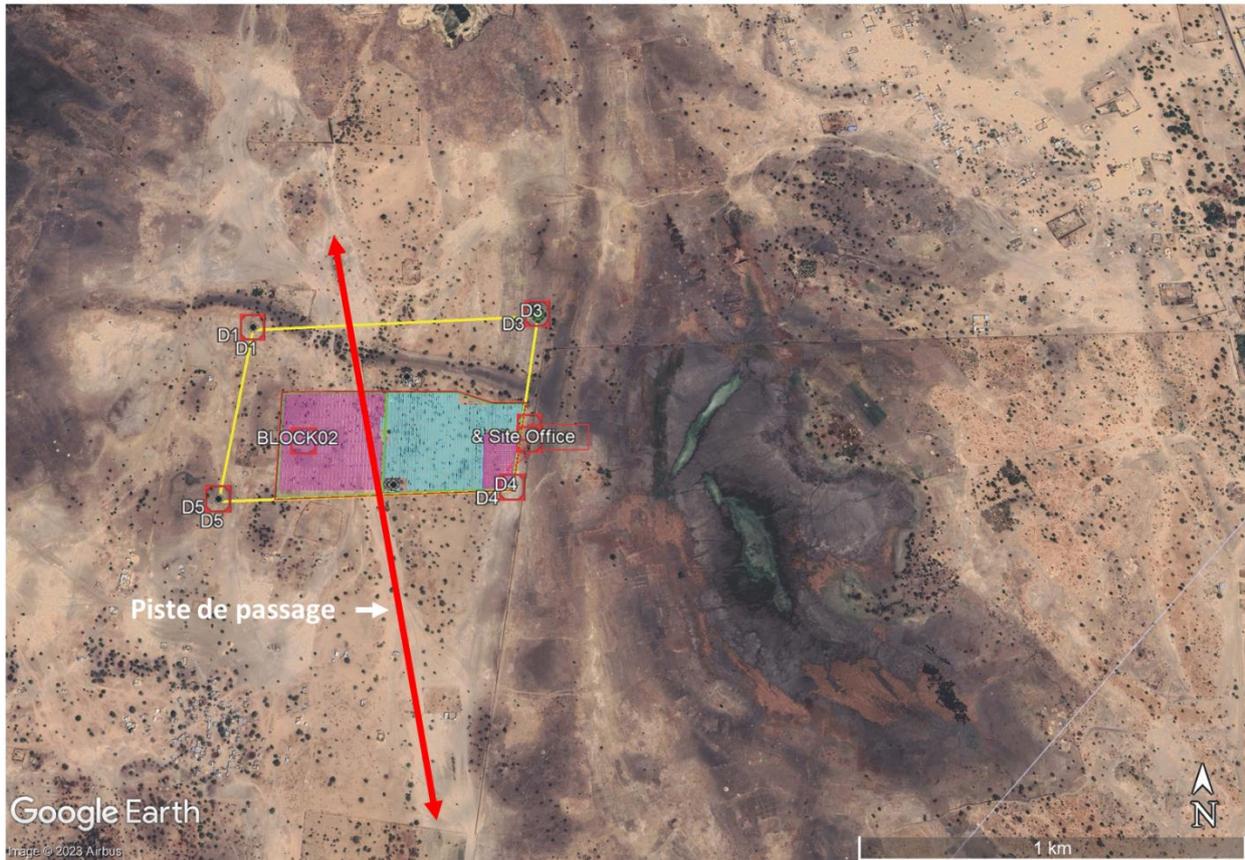
Les enquêtes menées en 2023 auprès des 3 ménages de la zone du projet montrent également qu'au moins 1 des membres de la famille a consulté au cours des 4 dernières semaines avant l'enquête. Les soins ont concerné le paludisme, la fièvre typhoïde et d'autres maladies. Le centre de santé le plus proche est à environ 6 km.

► Routes et pistes

Le Site de la centrale solaire de Lamadji sera accessible à partir de la route principale N'Djamena-Massaguet, en prenant une route existante de 20 mètres vers l'ouest au niveau de cimetière de Lamadji et longeant le mur du cimetière, et ensuite en aménageant une route de 20 mètres longeant le cimetière vers le nord jusqu'au niveau du site.

Le site est actuellement traversé par une piste empruntée régulièrement par des camions (Figure 61).

Figure 61 : Localisation de la piste de passage au sein de la zone



Source : Google earth – Annotation Burgeap - 2023

► Electricité et accès à l'énergie

Il n'existe aucun réseau d'électricité dans la zone d'étude.

Les ménages résidant sur le site utilisent les mini panneaux solaires pour l'éclairage ou la lampe à huile.

Certains ménages dans les villages avoisinants peuvent être équipés de groupes électrogènes ou de panneaux solaires.

Les ménages utilisent toujours du bois de feu pour la cuisson. Le manque d'accès à l'électricité est un facteur fortement pénalisant pour le développement économique et sociale de la population.

Le bois est la source d'énergie utilisée pour la cuisson.

► Eau potable

L'approvisionnement en eau potable est globalement un problème dans la zone du projet. Seuls les centres urbains sont équipés et de façon très insuffisante. D'après les résultats du MICS6-TCHAD (2019), les pourcentages des ménages ayant accès à l'eau de boisson se situent entre 79,7% en milieu urbain et 44,2% en milieu rural.

Il n'existe aucun réseau d'Adduction d'Eau Potable (AEP) dans la zone d'étude. Cependant, les ménages vivant sur les sites et ceux des villages environnants utilisent les Pompes à Motricité Humaine (PMH) installées sur les puits existants dans les villages comme principale source d'approvisionnement en eau de boisson.

Les 3 ménages s'approvisionnent à partir des puits au niveau de leur ménage. Aucun traitement particulier n'est réalisé à part pour un ménage qui utilise du chlore pour améliorer la qualité de l'eau.

► Assainissement liquide

Un état de référence de la situation de l'assainissement liquide a été présenté au § **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

Il n'y a aucun réseau d'assainissement, ni de structure d'assainissement liquide dans la zone du projet. Les eaux usées sont rejetées directement dans la nature.

Aucun des 3 ménages n'est équipé de latrines, la population fait ses besoins dans la nature.

► Assainissement solide

La zone d'étude est dépourvue d'infrastructure de gestion des déchets solides, les déchets ménagers sont jetés dans la nature, parfois enterrés ou incinérés.

12.3.7 Statut foncier

Le site du projet est constitué d'un terrain attribué au Ministère en charge de l'Energie par le gouvernement Tchadien pour la construction d'une centrale photovoltaïque par décret. Par Arrêté N°217/PR/PM/MPE/SG/2017 du 23/10/2017, le Ministre en charge de l'Energie a mis à disposition le site au Groupe Transfert Tchad, devenue QIT conformément au Contrat Cadre conclu entre les deux parties.

En outre, au titre de ce contrat cadre signé le 24 janvier 2017, le Ministère s'engage et garantit notamment que les terrains seront libres de toutes charges ou occupations éventuellement existantes.

12.3.8 Occupation des sols au niveau du site de la centrale photovoltaïque

12.3.8.1 Historique de développement

En consultant les images satellites, le terrain couvrant les 20 ha était complètement nu jusqu'en 2015 où une première construction apparaît. Les premiers éléments des deux constructions au Nord en limite extérieure de site semblent dater de début 2017. La mosquée a été construite fin 2021.

Située en périphérie urbaine le terrain fait l'objet de spéculations foncières. La publication du décret en 2015 affectant le terrain à la réalisation d'une centrale solaire développée par un développeur privé a vraisemblablement été perçue comme une opportunité spéculative pour une partie de la population. Les responsables locaux sont informés du projet depuis la pose des bornes de délimitation des sites et la réalisation de l'étude d'impact environnemental et social en 2018.

Aucun propriétaire n'a pas de document officiel relevant du droit moderne. Une partie des propriétaires ont fourni une attestation de boulama relevant du droit coutumier cependant, il est notable qu'un certain nombre de ces attestations ont été établies au moment du recensement.

► Population permanente

3 ménages ont été identifiés comme résidant en permanence au niveau de l'ensemble de la zone de 40 ha (§12.3.2.2).

► Identification des propriétaires et des parcelles

Le site du projet comprend des parcelles détenues par des particuliers selon le droit coutumier.

Des enquêtes ont été réalisées en 2023 pour identifier les propriétaires, les différentes parcelles avec leurs usages. Ces enquêtes ont porté dans un premier temps sur l'ensemble du site de 40 ha. Les enquêtes ont été

menées en collaboration avec les chefs de village et les boulamas. Les relevés des coordonnées géographiques des parcelles ont été effectués sur le terrain par les enquêteurs sur la base des indications données par les propriétaires et les boulamas. Par la suite, le dépouillement des enquêtes a montré des incohérences dans la délimitation des parcelles : chevauchement partiel ou complet entre des parcelles. Un complément de travail de terrain a été réalisé avec le propriétaire et les chefs de village pour préciser les délimitations des parcelles. Ce travail complémentaire a été réalisé uniquement sur l'emprise de la centrale photovoltaïque pour laquelle les propriétaires seront indemnisés.

► Ensemble de la zone de 40 ha

Sur l'ensemble de la zone de 40 ha, 259 propriétaires ont déclaré détenir 265 parcelles. 13% des propriétaires sont des femmes et sont âgés de 16 à 82 ans. Plus de 85% de ces personnes ont des revenus réguliers.

Ces propriétaires exercent une variété d'activités présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 80 : Activités exercées par les propriétaires des parcelles situées sur l'emprise de 40 ha

Activité principale exercée	Nombre de propriétaire	%
Agriculteur/Éleveur	89	34,4%
Commerçant	67	25,9%
Fonctionnaire (enseignant, militaire, etc.)	28	10,8%
Service (ménagère, chauffeur, etc...)	30	11,6%
Artisan (plombier, peintre, électricien, etc.)	9	3,5%
Chef religieux (imam, marabout)	7	2,7%
Elève	6	2,3%
Comptable	2	0,8%
Mancœuvre	2	0,8%
Ingénieur	1	0,4%
Délégué de Quartier Achawail	1	0,4%
Activités non déclarées	17	6,6%
Total	259	

Les superficies des parcelles varient de 450 à 10 000m². La superficie totale des parcelles s'élève à 345 361 m².

► Zone d'emprise de la centrale

La zone d'emprise de la centrale couvre une superficie d'environ 20 ha. Sur cette emprise, 165 propriétaires détiennent 196 parcelles représentant une superficie totale de 217 490¹⁸ m².

¹⁸ Quelques parcelles se situent partiellement sur la zone des 20 ha ce qui explique la superficie de 21,5 ha.

Les 157 propriétaires sont âgés de 19 à 82 ans et 11% sont des femmes qui sont toutes mariées.

Le tableau suivant présente les activités des propriétaires. L'agriculture représente la principale occupation des propriétaires pour environ un tiers d'entre eux, sans que cette activité soit développée au niveau des parcelles du site.

Uniquement 11 propriétaires ont déclaré développer une activité agricole sur leurs parcelles en cultivant des espèces maraichères et uniquement pour 4 d'entre eux, cette activité est l'activité principale. Après la saison des pluies de 2023, uniquement 6 parcelles ont été cultivées.

Les autres propriétaires sont commerçants, fonctionnaires, artisans, employés etc... ; ces parcelles constituent un investissement spéculatif. Ils résident pour la majeure partie loin de la zone du projet, leurs revenus leur ayant permis de pouvoir acquérir des parcelles au niveau du site à titre spéculatif.

Tableau 81 : Activités exercées par les propriétaires des parcelles situées sur l'emprise de la centrale photovoltaïque

Activité principale exercée	Nombre de propriétaire	%
Agriculteur/Éleveur	34	20,6%
Commerçant	35	21,2%
Service (ménagère, chauffeur, etc..)	16	9,7%
Fonctionnaire	13	7,9%
Artisan (plombier, mécanicien, maçon, etc.)	7	4,2%
Chef religieux (imam, marabout)	6	3,6%
Étudiant	1	0,6%
Activité non déclarée	53	32,1%
Total	165	

Près de 26% des propriétaires ont leur lieu de résidence à Achawaïl au niveau du village le plus proche.

31% résident dans des localités situées entre 3 et 11 km du site. 2 propriétaires résident dans des localités très éloignées (à plus de 224 kilomètres).

Tableau 82 : Lieu de résidence des propriétaires des parcelles situées sur l'emprise immédiat du projet

Lieu de résidence	Nombre de propriétaire	Pourcentage	Distance entre lieu de résidence et le site du projet (km)
Achawaïl	43	26%	1
Goudji	11	6,7%	6
Kalatchou	16	9,7%	3
N'Djamena	12	7,3%	10
Ndjari	3	1,8%	11
Diguel	4	2,4%	10
Champ de course	2	1,2%	
Amsinéné	2	1,2%	9
Habena	1	0,6%	12
Gozator	1	0,6%	7

Lieu de résidence	Nombre de propriétaire	Pourcentage	Distance entre lieu de résidence et le site du projet (km)
Sadjère	2	1,2%	2
Malouma	1	0,6%	
Ouroula	2	1,2%	43
Ada	1	0,6%	712
Pont béililé	1	0,6%	
Centre moussouro	1	0,6%	224
Repos	1	0,6%	
Melfine	1	0,6%	
Kokai Satom	1	0,6%	
Boutalbagar	1	0,6%	
Farcha	1	0,6%	
Lamadji	1	0,6%	
Machega	1	0,6%	
Lieu de résidence non déclarée	55	33,3%	-
Total	165	100%	-

39,8% des parcelles ont une superficie entre 0 et 500m², 39% entre 500 et 1 000m² et 17% entre 1 000 et 4 000 m².

Tableau 83 : Répartition des parcelles par classe de superficie

Surface en m ²	Nombre de parcelles
[0,500[78
[500,1 000[77
[1 000,4 000[34
[4 000,10 000[5
[10 000,18 000[2
Total	196

12.3.8.2 Patrimoine agricole

Au niveau de l'ensemble de la zone du projet, les propriétaires ont déclaré la présence d'un total de 692 arbres. Parmi les espèces végétales recensées, on trouve plusieurs variétés notamment *Acacia senegal*, *Balanites aegyptica*, *Azadirachta indica*, *Acacia nilotica*, *Parkinsonia aculeata*, *Celtis integrifolia*, *Ziziphus mauritiana* et *Bauhinia rufescens*. Ces arbres sont dans leur grande majorité, déclarés productifs, 20 jeunes pousses ont également été déclarées.

Sur l'emprise immédiate du projet, les propriétaires des parcelles ont déclaré la présence d'un total de 427 arbres.

Tableau 84 : Inventaires d'arbres sur l'emprise immédiate du projet

Espèces végétales	Quantité
<i>Acacia senegal</i>	277
<i>Acacia nilotica</i>	63
<i>Acacia seyal</i>	6
<i>Faidherbia albida</i>	40
<i>Balanites aegyptica</i>	29
<i>Celtis intergrifolia</i>	6
<i>Bauhinia rufescens</i>	5

L'*Acacia senegal* est dominant. Cependant il n'est pas exploité sur le site pour la production de gomme arabique. Les autres espèces ne sont pas valorisées.

12.3.8.3 Habitat

Les constructions existantes sur le site sont principalement construites en semi dur. Une bonne partie des constructions sont inachevées.

Figure 62 : Type d'habitations au niveau de l'aire d'étude



Source : EIES – BARES - 2018

12.3.9 Occupation des sols au niveau du tracé de la ligne électrique et la route d'accès

Le tracé de la ligne électrique et de la route d'accès sont situés dans une emprise publique de 20 mètres au sud du mur du cimetière et de 20 mètres également à l'ouest du mur du cimetière.

La route d'accès au site de Lamadji et la ligne de raccordement au réseau de la SNE commencent à partir de la route principale N'Djamena-Massaguet au point de coordonnées N15°12'37.79" E15°02'58.75". A partir de ce point, la route longe le côté Sud et Ouest du cimetière de Lamadji sur une longueur d'environ 5Km avec une largeur variant de 7 à 8m. Cette route n'a pas été aménagée depuis longtemps ce qui rend la zone inaccessible durant toute la saison de pluie.

Le long du côté Sud du cimetière, la végétation est éparsée à moyennement dense par endroit formant une savane arborée tout le long du passage d'eau. Cette végétation est composée essentiellement de *Pakinsonia aculeata*, *Acacia nilotica*, *Faidherbia albida*, *Acacia seyal*, *Balanites aegyptiaca* et de *Calotropic procera*. On y observe un tapis graminée colonisé par les espèces du type *Androponéae* et *Cassia tora*.

Les images ci-dessous donnent une vue générale du tracé de la route d'accès et de la ligne de raccordement au réseau de la SNE en longeant le mur du côté Sud du cimetière musulman de Lamadji.

Figure 63 : Photos de la voie d'accès au sud du cimetière et de sa périphérie



Source : BARES - 2023

Dans son état actuel, la route d'accès est en terre et dans un état de dégradation relativement avancée. Il a été constaté sur le tracé de la route deux endroits ayant servi comme zones de décharge des ordures sur lesquels on observe un peuplement de *Parkinsonia aculeata*. Sur l'axe, il a été constaté qu'il n'y a pas de circulation en cette période vue l'état de dégradation de la route.

Le long du côté Ouest du cimetière, la végétation est plus ou moins éparse à moyennement dense par endroit formant une savane arborée. Cette végétation est composée essentiellement d'*Acacia nilotica*, *Parkinsonia aculeata*, *Acacia senegal*, *Faidherbia albida*, *Balanites aegyptiaca*, *Celtis integrifolia* et de *Calotropis procera*. Le tapis graminé est colonisé par les espèces du type *Cassia tora* et d'*Andropogon*.

Figure 64 : Photos de la voie d'accès à l'ouest du cimetière et sa périphérie





Source : BARES - 2023

L'emprise de la voie d'accès et du couloir de la ligne électrique ne comprend aucune construction, infrastructure ou habitation.

12.4 Récepteurs sensibles

Tableau 85 : Socio-économie – Sensibilité des récepteurs

Récepteurs	Sensibilité	Justification
Les 3 ménages situés dans la zone du projet en limite de l'emprise.	Forte	Le terrain du site de la centrale solaire de Lamadji est attribué au QIT par le ministère en charge de l'Energie. Trois ménages sont situés en limite nord de la clôture de la centrale photovoltaïque. Ils seront affectés par la réalisation des travaux. Un des ménages situé dans la zone de servitude au nord du site devra être déplacé. La sensibilité est forte.
Les propriétaires de parcelles situés dans l'emprise de la centrale photovoltaïque	Forte	Les propriétaires des parcelles situées sur l'emprise de la centrale photovoltaïque ne pourront plus avoir l'usage de leur terrain. Bien que dans leur grande majorité, ces terrains ne constituent pas une source de revenus au quotidien, ils représentent un capital/épargne qu'ils pourraient valoriser. 11% des propriétaires sont des femmes toutes mariées. La sensibilité est forte.
Emploi de la population locale de Achawaïl et des villages alentour	Forte	La zone offre actuellement peu d'opportunités d'emploi et de nombreux jeunes sont inactifs. De plus les sources de revenus de la population sont faibles rendant les ménages vulnérables. L'accès à un emploi rémunéré est un enjeu important pour stabiliser et améliorer la situation des ménages. La sensibilité est forte.
Activités économiques (activités de restauration, de services, etc.)	Moyenne	Le projet contribuera au développement économique des quartiers concernés par le projet ainsi que toute la région de son implantation. La sensibilité est moyenne.
Infrastructures socio-économiques	Forte	Le projet participera au renforcement de l'infrastructure électrique à l'échelle locale et nationale. La sensibilité est considérée comme forte car le système énergétique au Tchad dépend fortement des sources fossiles.

12.5 Impacts et mesures en phase de construction

12.5.1 Impact

12.5.1.1 Description des impacts

► Phase de développement

La mobilisation foncière de l'emprise de 20 ha pour la centrale photovoltaïque va impacter directement les propriétaires et les habitants sur le site. Les habitants devront se déplacer et les propriétaires vont perdre une partie de leur capital.

Dans l'application de la stratégie d'atténuation : éviter, réduire, compenser, la zone d'implantation de la centrale doit permettre de minimiser les déplacements donc dans la mesure du possible éviter le déplacement de la population. Cependant, un des ménages au nord situé dans la zone de servitude de la centrale devra être déplacé.

► Phase de construction

Durant la phase de construction de la centrale solaire, la ligne électrique de raccordement et la route d'accès, la population locale sera soumise à des impacts négatifs liés aux différentes nuisances causées par les travaux (aménagement des pistes et construction de la centrale avec ses infrastructures) :

- Altération de la qualité de l'air par l'augmentation des poussières ;
- Nuisances sonores liées aux travaux de creusement et de terrassement ;
- Perturbation de la circulation suite au transport des matériaux de construction et des différents convoyeurs transportant les éléments de la centrale ;
- Risques de conflits entre la population locale et les travailleurs à cause des différences culturelles ou religieuses.

Par ailleurs, durant cette phase, le projet aura également des impacts positifs sur la communauté locale et régionale. En effet, le projet participera à la création d'emplois locaux et de l'utilisation d'entreprises / services locaux. La main-d'œuvre qui sera employée pendant la phase de construction est estimée à environ 150 travailleurs au total. En plus de l'impact financier direct sur les familles employées, les salaires des travailleurs locaux stimuleront également l'économie locale, car l'argent gagné dans le projet sera dépensé localement et sera injecté dans l'économie locale.

Toutefois, il est probable que le manque de compétences nécessaires au sein de la population locale immédiate exigera qu'une partie du travail sur le site soit effectuée par la population étrangère à la région. Cela pourrait entraîner le rapatriement des salaires, les avantages pour l'économie locale pouvant être réduits.

En plus de l'impact économique direct de l'emploi créé pendant la construction, il existe également le potentiel pour le projet de promouvoir la diffusion des meilleures techniques de construction de la main-d'œuvre locale. Dans la mesure où le développement s'avère être un catalyseur d'essor régional, les compétences acquises sont susceptibles de se révéler facilement commercialisables au lendemain de la construction du projet. Un autre impact secondaire est susceptible de provenir des dépenses dans les biens locaux pendant le processus de construction.

Des conflits pourraient survenir entre les communautés et la main-d'œuvre du projet en raison de différences culturelle ou religieuses, la méfiance envers les étrangers, la mauvaise conduite de la main-d'œuvre du projet, etc.

De plus, l'interaction entre la main-d'œuvre et la population locale peut entraîner la prolifération des maladies, les maladies sexuellement transmissibles (MST) étant un risque spécifique.

Les afflux de la main d'œuvre, surtout si les employés ne sont pas des quartiers environnant la zone du projet, et s'ils sont logés dans une base-vie sur le site, peut conduire à des comportements contraires aux traditions

de la zone d'intervention, dont les abus tels que les VBG (des Violences Basées sur le Genre) sur les femmes, jeunes filles ou jeunes garçons vulnérables tels que l'exploitation, abus sexuel et harcèlement (EASH).

L'approvisionnement en matériaux et en équipement va générer un trafic additionnel qui aura des impacts sur l'infrastructure routière. L'usage de véhicules à plus forte capacité est également une source de dégradation de l'infrastructure routière.

Les besoins en main d'œuvre et en services (restauration par exemple) vont constituer un pôle d'attraction économique et peut contribuer au développement d'habitat informel et précaire en limite de site.

Il est à noter que les impacts liés à la qualité de l'air, au bruit, au trafic, à la santé, sécurité des travailleurs et à la santé et sécurité de la communauté locale y compris l'afflux des travailleurs sont présentés dans les chapitres dédiés.

Tableau 86: Socio – économie - Intensité des Impacts en phase de construction

Impact	Intensité	Justification
Déplacement des populations sur site	Forte	La stratégie d'implantation de la centrale permet d'éviter le déplacement de deux ménages mais nécessite le déplacement d'un ménage.
Mobilisation des terrains nus des propriétaires	Forte	La mise en place de la centrale va mobiliser 133 parcelles détenues par 109 propriétaires. Cet impact est direct, local et permanent. L'intensité est forte.
Création d'emploi local	Positive /Moyenne	Le projet va créer environ 150 emplois en phase de construction. Une partie de ces emplois (main d'œuvre non qualifiée) pourra être confiée à la population locale. De même le gardiennage pourra être assuré par des personnes issues des villages alentour. Cet impact est positif, direct, local, de court terme et probable. L'intensité est moyenne.
Amélioration des compétences locales en matière de construction de parc photovoltaïques et d'installation électrique	Positive/ Moyenne	Bien que cet impact positif survienne durant la phase des travaux, sa portée est plutôt permanente car les travailleurs pourront bénéficier des compétences requises même après l'achèvement de la construction. L'intensité de cet impact est donc moyenne.
Dynamique de l'économie locale / régionale	Positive/ Moyenne	Impact positif temporaire dont la portée dépasse le niveau local au niveau régional. L'intensité de cet impact est moyenne.
Conflits avec le Personnel de Sécurité	Moyenne	Impact négatif temporaire qui pourra avoir lieu à n'importe quel moment de la construction. Toutefois, sa probabilité est très faible. L'intensité est donc moyenne.
Risques de conflits liés à des différences culturelles entre des travailleurs étrangers et la population locale	Moyenne	Impact négatif temporaire qui pourra avoir lieu avec l'arrivée des travailleurs exogène de la zone à n'importe quel moment de la construction. L'impact est direct, local, à court terme et possible. L'intensité est moyenne.
Prolifération habitat informel.	Faible	Impact négatif temporaire dans le cas du logement arbitraire des travailleurs sur site. L'intensité de l'impact est faible.

12.5.1.2 Evaluation de l'impact

Tableau 87: Socio-économie – Importance des impacts en phase de construction

Impact	Intensité	Récepteur	Sensibilité	Importance de l'impact
Déplacement des populations sur site	Forte	Un ménage dans la zone de servitude devra être déplacé.	Forte	Majeure
Mobilisation des terrains nus des propriétaires	Forte	Les propriétaires de parcelles situés dans l'emprise de la centrale photovoltaïque	Forte	Majeure
Création d'emploi local	Moyenne	Population locale de Achawaïl et des villages alentour	Forte	Positive Majeure
Amélioration des compétences locales en matière de construction de parc photovoltaïques et d'installation électrique Diffusion de Compétences	Moyenne	Population locale de Achawaïl et des villages alentour	Forte	Positive Majeure
Conflits avec le Personnel de Sécurité	Moyenne	Population locale de Achawaïl et des villages alentour	Forte	Majeure
Risques de conflits liés à des différences culturelles entre des travailleurs étrangers et la population locale	Moyenne	Population locale de Achawaïl et des villages alentour	Forte	Majeure
Contribution au renforcement de la dynamique de l'économie locale / régionale	Moyenne	Activités économiques	Moyenne	Positive Modérée
Prolifération habitat informel.	Faible	Population locale de Achawaïl et des villages alentour	Forte	Modérée

12.5.2 Mesures d'atténuation

Tableau 88 : Socio-économie – Mesure d'atténuation en phase de construction

Impact	Mesures d'atténuation	Responsabilité	Calendrier
Déplacement des ménages	Implantation du projet de manière à réduire le déplacement des ménages. La mise en place de cette mesure permet d'éviter le déplacement de 2 ménages mais nécessite le déplacement d'un ménage qui sera compensé avec élaboration d'un Plan d'Action de Réinstallation,	QIT	Phase de développement

Impact	Mesures d'atténuation	Responsabilité	Calendrier
Mobilisation des terrains	<p>Indemnisation des propriétaires et élaboration d'un Plan d'Action de Réinstallation.</p> <p>Prévoir des mesures d'accompagnement spécifiques pour les femmes dans le cadre du processus d'indemnisation.</p>	QIT	Phase de développement
Limitation de l'accès des nomades au terrain.	Si le site est traversé par des éleveurs nomades, prévoir de réaliser des entretiens afin de les informer du projet. Le cas échéant identifier des mesures d'atténuation.	QIT	Au moment où les nomades sont présents.
Emploi	L'EPC réalisera un plan de recrutement avant le démarrage du projet et identifiera les différents profils ainsi que le nombre requis.	EPC et sous-traitants	Phase travaux
	Le projet visera dans la mesure du possible et selon les phases du projet à employer des travailleurs locaux quand ceux-ci seront à la fois disponibles et compétents pour assurer les tâches à réaliser. Toutes les offres d'emploi non spécialisées seront offertes aux résidents locaux avant l'embauche d'employés d'autres régions quand c'est possible. L'emploi des femmes et des groupes vulnérables sera spécifiquement ciblé et privilégié quand c'est possible.	EPC et sous-traitants	Phase travaux
	<p>Mettre en place un système de recrutement au niveau local transparent et non discriminant</p> <p>Chaque offre d'emploi comprendra une description de la fiche de poste et des conditions et compétences requises.</p> <p>La liste des offres d'emploi sera affichée au niveau de la commune ainsi qu'au niveau du chantier et transmise au chef de village.</p> <p>Les critères d'embauche seront partagés avec le chef de village et les représentants de la population dans une réunion 1 mois avant le démarrage des travaux.</p>	EPC et sous-traitants	1 mois avant le démarrage des travaux.
	Un plan de réduction d'effectifs sera préparé pour le passage de la construction à l'exploitation	EPC et sous-traitants	Phase travaux
	L'EPC doit fournir aux travailleurs des informations, étayées par des documents clairs et faciles à comprendre, sur leurs droits en vertu de la législation nationale du travail et de l'emploi, y compris leurs droits concernant le travail, les heures, les salaires, les heures supplémentaires, la rémunération et les allocations sociales, au début de la relation de travail et à chaque fois que des changements significatifs sont apportés	EPC et sous-traitants	Phase travaux
	L'EPC fonde les relations de travail sur l'égalité des chances et de traitement, et ne pratique aucune discrimination à l'encontre de groupes sociaux (y compris les femmes).	EPC et sous-traitants	Phase travaux
	Amélioration des compétences locales en matière de construction de parcs photovoltaïques et	<p>Identification d'un plan de développement des compétences pour les employés sur site en intégrant les femmes.</p>	EPC et sous-traitants

Impact	Mesures d'atténuation	Responsabilité	Calendrier
d'installation électrique Diffusion de Compétences			
Contribution au renforcement de la dynamique de l'économie locale / régionale (achats des biens / services)	L'EPC ne s'engagera qu'avec des fournisseurs réputés qui n'utilisent pas la force ou le travail des enfants	EPC et sous-traitants	Phase travaux
	L'achat de biens et de services pour la main-d'œuvre et les matériaux de construction se fera quand c'est possible au niveau local / régional	EPC et sous-traitants	Phase travaux
Conflit du personnel avec la population locale	La formation initiale des employés étrangers comprendra des informations sur le contexte culturel local.	EPC et sous-traitants	Phase travaux
Prolifération d'habitats informels et Empiètement	Les habitats informels ou clandestins seront surveillés par le personnel de sécurité sur place et rapportés aux autorités compétentes.	EPC et sous-traitants	Phase travaux
	Une zone de servitude de 5 mètres est mise en place autour de tout le site (au-delà de la clôture) afin d'éviter toute construction adossée à la clôture du site. Des plantations arbustives pourront servir de délimitation de cette zone de servitude.	QIT	Phase conception

12.5.3 Impacts résiduels

Tableau 89 : Socio-économie – Importance de l'impact résiduel – Phase de construction

Impact	Récepteur sensible	Importance	Atténuation	Importance de l'impact résiduel
Déplacement des populations sur site	Les 2 ménages situés dans la zone du projet en dehors de l'emprise et le ménage situé dans la zone de servitude au nord du projet.	Majeure	Oui	Modérée
Mobilisation des terrains nus des propriétaires	Les propriétaires de parcelles situés dans l'emprise de la centrale photovoltaïque	Majeure	Oui	N/A
Création d'emploi local	Population locale de Achawaïl et des villages alentour	Positive Majeure	Oui	N/A

Impact	Récepteur sensible	Importance	Atténuation	Importance de l'impact résiduel
Diffusion de Compétences	Population locale de Achawaïl et des villages alentour	Positive Majeure	Oui	
Conflits avec le Personnel de Sécurité	Population locale de Achawaïl et des villages alentour	Majeure	Oui	Mineure
Différence culturelle travailleurs- Population locale	Population locale de Achawaïl et des villages alentour	Majeure	Oui	Mineure
Dynamique de l'économie locale / régionale	Activités économiques	Positive Modérée	Oui	N/A
Prolifération habitat informel.	Population locale de Achawaïl et des villages alentour	Modérée	Oui	Mineure

12.6 Impacts et mesures en phase d'exploitation

12.6.1 Impact

12.6.1.1 Description des impacts

A un niveau stratégique, la mise en service et l'exploitation de la centrale solaire permet d'accroître la capacité de production électrique au niveau national et de soutenir les objectifs de développement socio-économique du pays.

L'exploitation et la maintenance de la centrale photovoltaïque va créer une dizaine d'emplois directs. Une partie de ces emplois pourraient bénéficier à la population locale.

L'exploitation de la centrale va permettre également de pouvoir développer les compétences locales dans le domaine de la production d'énergie photovoltaïque.

Des conflits pourraient survenir entre les communautés en raison de différences culturelle ou religieuses, la méfiance envers les étrangers, la mauvaise conduite de la main-d'œuvre du projet, etc.

Les impacts sur la santé et la sécurité de la communauté locale et les conditions de travail sont traités dans les chapitres dédiés.

- Bruit et vibration
- Qualité de l'air
- Conditions de travail et santé, sécurité des travailleurs
- Santé, sécurité des communautés

Tableau 90 : Socio-économie – intensité des impacts en phase d'exploitation

Impact	Intensité	Justification
Fourniture de l'Electricité au Réseau National	Positive / Forte	Impact positif permanent dont la portée dépasse l'échelle locale vers l'échelle régionale et nationale. L'intensité de cet impact est donc forte
Emploi Local	Positive / Faible	Le projet nécessite le recrutement direct d'une dizaine de personnes. L'impact est direct, local, permanent. Compte tenu du nombre de personnes, l'intensité est faible positive.
Dissémination des compétences	Positive / faible	La construction de centrales solaires est en cours de développement au Tchad. Leur exploitation va nécessiter de nouvelles compétences. Le développement de la centrale permettra de contribuer au développement de ces compétences. Cependant compte tenu de la taille, l'impact est positif d'intensité faible.
Risques de conflits liés à des différences culturelles entre des travailleurs étrangers et la population locale Différence culturelle travailleurs- Population locale	Faible	La présence de travailleurs étrangers peut engendrer des conflits avec la population locale en raison de comportement et d'us et coutumes différentes. L'impact est direct, local, à court terme, intermittent et possible. L'intensité est faible.

12.6.1.2 Evaluation de l'impact

Tableau 91 : Socio-économie - Importance des impacts en phase d'exploitation

Impact	Intensité	Récepteur	Sensibilité	Importance de l'impact
Fourniture de l'Electricité au Réseau National	Positive / forte	Activités économiques	Moyenne	Positive/majeure
Emploi Local	Positive / Faible	Population locale	Forte	Positive/Modérée
Dissémination des compétences	Positive / faible	Population locale	Forte	Positive/Modérée
Risques de conflits liés à des différences culturelles entre des travailleurs étrangers et la population locale Différence culturelle travailleurs- Population locale	Faible	Population locale	Forte	Modérée

12.6.1 Mesure d'atténuation

Tableau 92 : Socio-économie – Mesure d'atténuation en phase d'exploitation

Impact	Mesures d'atténuation	Responsabilité	Calendrier
Emploi	Le projet visera à employer des travailleurs locaux là où ceux-ci sont prêts avec des compétences particulières et adaptées. Toutes les offres d'emploi non - spécialisées seront	EPC / QIT	Exploitation

Impact	Mesures d'atténuation	Responsabilité	Calendrier
	probablement offertes aux résidents locaux en priorité avant l'embauche d'employés d'autres régions L'emploi des femmes et des groupes vulnérables sera spécifiquement ciblé et privilégié si possible		
	Établir et mettre en œuvre une politique de recrutement et s'assurer que les mesures nécessaires pour atténuer les effets négatifs liés aux conditions de travail et à l'emploi sont mises en œuvre (par exemple, travail des enfants et travail forcé, exploitation, heures supplémentaires excessives, salaires insuffisants, harcèlement, conditions de vie et de travail dangereuses /.) Les conditions de travail seront alignées sur les normes de la SFI	EPC / QIT	Exploitation
Diffusion de Compétences	Identification d'un plan de développement des compétences pour tous les acteurs de la production photovoltaïque en intégrant les femmes.	EPC / QIT	Exploitation
Conflits liés la différence culturelle travailleurs- Population locale	La formation initiale comprendra des informations sur le contexte culturel de la population.	EPC / QIT	Exploitation

12.6.2 Impacts résiduels

Tableau 93 : Socio-économie – Importance de l'impact résiduel – Phase d'exploitation

Impact	Récepteur sensible	Importance	Atténuation	Importance de l'impact résiduel
Emploi local	Population locale	Positive/Modérée	Oui	Positive/Modérée
Dissémination des compétences	Population locale	Positive/Modérée	Oui	Positive/Modérée
Différence culturelle travailleurs- Population locale	Population locale	Modérée	Oui	Mineure

13. Trafic et transport

13.1 Introduction

Les phases de construction et d'exploitation génèrent des accroissements de trafic sur les voies routières existantes.

13.2 Méthodologie

L'analyse est réalisée sur la base des données bibliographiques existantes et de l'organisation mise en place par le développeur pour les circuits d'approvisionnement en phase de construction.

13.3 Etat de référence

13.3.1 Infrastructures routières

Sur les 40 000 km de Le réseau routier du Tchad totalise 40 000 km dont uniquement 2 200 km de routes bitumées (soit 5,5%) dont 270 km environ à N'Djamena en 2016¹⁹.

► Ville de N'Djamena

N'Djamena dispose d'un réseau routier relativement développé par rapport aux autres villes du pays. Cependant, la qualité des routes varie considérablement, avec des routes principales asphaltées et des routes secondaires en terre battue. Les quartiers périphériques comme le 10^{ème} arrondissement sont sous-équipés en infrastructures urbaines. Les voies desservant les quartiers ne sont pas revêtues et deviennent impraticables en période pluie.

Le site est accessible par :

- La route nationale revêtue allant de N'Djamena à Massaguet. La partie revêtue correspond à 2 voies de 3 mètres chacune. Les accotements et trottoirs ne sont pas aménagés ;
- Une voie secondaire de 20 mètres non revêtue mais identifiée au plan cadastral longeant le mur sud du cimetière de Lamadji ;
- Une voie de 20 mètres non revêtue mais identifiée au plan cadastral longeant le mur ouest du cimetière de Lamadji et allant jusqu'au site.

¹⁹ Source : Vounsoumna BRAHIM - Conditions de déplacements et mobilité à N'Djamena : Le cas des chefs de ménages résidant dans les 2e et 9e arrondissements - Thèse présentée et soutenue à l'Institut de géographie – Nantes Université, le 20 octobre 2022 -Unité de recherche : ESO Nantes (UMR 6590) - <https://theses.hal.science/tel-03982338>.

Figure 65 : Aperçu de circulation sur les voies revêtues (Route nationale) en allant vers le site



Source : Ginger Burgeap (@C.Léger – Décembre 2023)

Figure 66 : Vue générale de la route d'accès (route de 20) et de la ligne de raccordement de Lamadji



Source : BARES – Octobre 2023

Dans son état actuel, la route d'accès est en terre et dans un état de dégradation relativement avancée. Il a été constaté sur le tracé de la route deux endroits ayant servi comme zones de décharge des ordures sur lesquels on observe un peuplement de *Parkinsonia aculeata*. Sur l'axe, lors de la visite d'Octobre 2023, il a été constaté qu'il n'y a pas de circulation en cette période vue l'état de dégradation de la route.

► Transport routier international

Le Tchad est un pays enclavé sans accès à la mer. Le port maritime le plus proche est le port de Douala au Cameroun situé à 1.700 kilomètres de N'Djamena. La voie camerounaise qui part de N'Djamena pour aboutir à Douala, est actuellement la principale voie de désenclavement du Tchad. En 2009, 90% du tonnage de fret international empruntait cette voie. Sur ce corridor, le trafic y est partagé à raison de 65% pour les transporteurs tchadiens et 35% pour les transporteurs camerounais. Le trajet peut prendre jusqu'à 10 jours et est fréquemment interrompu par des barrages intérieurs coûteux des deux côtés de la frontière²⁰.

Ainsi l'approvisionnement des équipements à partir de la Chine pourra éventuellement se faire par voie maritime jusqu'à Douala puis par voie routière jusqu'au site.

²⁰ Source : Ministère des infrastructures et équipements - Réseaux des transports en république du Tchad – Septembre 2011.

► Sécurité routière

Selon l'Office National de la Sécurité Routière (ONASER), on enregistre en moyenne 2 698 personnes tuées par an et 6 617 blessées sur les routes du Tchad.

L'importance des accidents est liée à la qualité des routes : voies non revêtues, absence de trottoirs et voies d'accotements et au non-respect du code de la route.

L'implication des deux roues dans les accidents de la route s'est beaucoup développée au niveau des villes.

13.3.2 Infrastructures aériennes

La ville de N'Djamena dispose du plus grand aéroport du Tchad. Il s'agit de l'aéroport international de N'Djamena à environ 10 km au Sud du site du projet et à moins de 3 km à l'Ouest du centre-ville de N'Djamena. Inauguré en mars 1984, l'aéroport international de N'Djamena occupe une surface totale de 6 km² dans un périmètre d'environ 13 km. Il est doté d'une seule piste en asphalte de 2 800 m de long et de 45 m de large²¹.

En 2018, le volume de fret aérien atteignait 4 900 tonnes²².

13.4 Récepteurs sensibles

Le tableau ci-dessous décrit les récepteurs identifiés en relation avec le trafic et transport ainsi que la sensibilité déterminée de ces récepteurs.

Tableau 94 : Trafic et transport – Récepteurs sensibles

Récepteur	Sensibilité	Justification
Infrastructure routière : voie de 20 mètres permettant d'accéder au site depuis la route nationale.	Moyenne	Les voies existantes sont non revêtues et déjà dégradées et non praticables en période pluvieuse. Durant la phase des travaux, les charges lourdes des convois transportant les composants des panneaux solaires peuvent engendrer des impacts négatifs sur les voies existantes (détérioration, compactage du sol, encombrement des axes routiers, accidents, ...). La sensibilité est moyenne.
Mobilité : Usagers de la voie de 20 mètres	Moyenne	En période de travaux, les usagers de ces voies seront impacts avec également un risque d'accidents supplémentaires liés au trafic et à la réalisation des travaux d'implantation de la ligne électrique. Cependant le volume de trafic est relativement réduit, la sensibilité est moyenne.
Mobilité : Usagers de la route nationale	Faible	Le trafic des camions et du transport de personnel empruntera cette route nationale revêtue. L'accroissement ponctuel du trafic va impacter les usagers habituels. La sensibilité est faible.
Travailleurs	Faible	Les travailleurs sont particulièrement vulnérables à la circulation et aux mouvements de véhicules lourds et de machinerie sur le site du projet, car le nombre d'accidents peut potentiellement augmenter. La sensibilité est faible.

²¹ Source : Airports Worldwide - Ndjamen Hassan Djamous Airport (airports-worldwide.com) - Plan de l'aéroport de N'Djamena (aeroport-ndjam https://www.wto.org/french/tratop_f/tpr_f/s445-06_f.pdf).

²² https://www.wto.org/french/tratop_f/tpr_f/s445-06_f.pdf.

13.5 Impacts et mesures en phase de construction

13.5.1 Impact

13.5.1.1 Description des impacts

Deux aspects du transport durant la construction de la centrale peuvent potentiellement générer des impacts : le transport de la main-d'œuvre et le transport des matériaux et des équipements vers le site, l'évacuation de matériaux (déblais, déchets, etc...) depuis le site.

Les travaux de la mise en place de la ligne électrique au niveau de la voie d'accès sont également une source d'impact en augmentant les risques d'accident. Compte tenu des largeurs de voirie de réserve (20 mètres), la réduction de la largeur de l'emprise routière liée aux travaux n'aura pas d'impact.

Les travaux de construction de la centrale solaire et de la ligne de raccordement vont engendrer un trafic supplémentaire au niveau des différents axes routiers desservant le projet à savoir, la route principale nationale N'Djamena-Djermaya et les deux sections de pistes existantes permettant l'accès au site.

Les impacts du trafic et du transport concernent :

- Encombrement de la route nationale par augmentation trafic de poids lourds (livraison des panneaux, pieux, transformateur, etc...). Cependant aucun équipement ne nécessite un convoi exceptionnel ;
- Mouvements importants de véhicules pour le transport des travailleurs au cours des activités de construction.
- Risques d'accidents de circulation avec les usagers de la route et la population locale ;
- Propagation des poussières sur les routes d'accès pouvant gêner les usagers de ces routes ;
- Dégradation de la voirie par des lourdes charges ;
- Emissions atmosphériques des engins et véhicules ;
- Augmentation des émissions sonores liées au trafic.

Les impacts concernant les poussières, les émissions atmosphériques et les bruits et vibrations sont traités dans les chapitres dédiés : Chapitre 6 : Climat et qualité de l'air et Chapitre 7 : Bruits et vibration.

Les voies de 20 et de 30 actuelles nécessitent d'être aménagées pour pouvoir être praticables quelques que soient les conditions.

Ces aménagements auront un impact positif pour l'ensemble des usagers.

L'importance des impacts varie considérablement au cours de la construction (livraisons et les travailleurs nécessaires) en fonction du rythme de la construction.

Tableau 95 : Trafic et transport – Intensité des impacts en phase de construction

Impact	Intensité	Justification
Encombrement des axes routiers desservant le projet	Faible	L'encombrement est dû au transport des matériaux de construction et des équipements sur le site du projet, les convois transportant les composants de la centrale solaire, le transport des déchets d'excavation du site et les déplacements vers / depuis le site vont mobiliser des poids lourds qui vont accroître l'encombrement des axes routiers. L'impact est direct, local, temporaire car les livraisons ne seront pas sur toute la période des travaux, intermittent et probable. L'intensité est faible.
Risques d'accidents (mouvement des véhicules sur site et hors site, travaux de pose de la ligne électrique)	Moyenne	Le trafic des poids lourds pour l'approvisionnement en équipements et des véhicules transportant le personnel va s'accroître et accroître le risque des accidents. L'impact est direct, local, à court terme, intermittent et possible. L'intensité est considérée comme moyenne.

Impact	Intensité	Justification
Aménagement des accès	Positive Forte	Assurer une accessibilité permanente nécessite la réalisation d'aménagement des accès actuellement non revêtus. Ces aménagements bénéficieront aux populations locales. L'impact est direct, local, court terme, continue et probable. L'intensité est positive et forte.

13.5.1.2 Evaluation de l'impact

Tableau 96 : Trafic et transport - Importance des impacts en phase de construction

Impact	Intensité	Récepteur	Sensibilité	Importance de l'impact
Encombrement des axes routiers desservant le projet	Faible	Usagers de la voie de 20 mètres	Moyenne	Mineure
	Faible	Usagers de la route nationale	Faible	Négligeable
Risques d'accidents (mouvement des véhicules sur site et hors site, travaux de pose de la ligne électrique)	Moyenne	Usagers de la voie de 20 mètres	Moyenne	Modérée
		Usagers de la route nationale	Faible	Mineure
		Travailleurs	Moyenne	Modérée
Aménagement des accès	Positive/forte	Voie de 20 mètres permettant d'accéder au site depuis la route nationale.	Moyenne	Positive / majeure
		Usagers de la voie de 20 mètres	Moyenne	Positive / majeure

13.5.2 Mesures d'atténuation

En plus du PGES – Construction, l'EPC préparera un plan de gestion de la circulation et de la sécurité routière conforme aux exigences nationales et de la IFC et aligné avec la GIIP.

Ces documents intégreront au minimum les mesures d'atténuation incluses dans le tableau ci-dessous :

Tableau 97 : Mesures d'atténuation et/ou de compensation – Impact sur le trafic et transport

Impact	Mesures d'atténuation	Responsabilité	Calendrier
	Développer un plan de gestion du trafic et des transports et de la circulation.	EPC et sous-traitants	Phase construction
Encombrement des axes routiers desservant le projet	Dans la mesure du possible, planifier les déplacements des véhicules de manière à éviter les heures de plus fort trafic	EPC et sous-traitants	Phase construction
	Utilisation, dans la mesure du possible, de matériaux locaux afin de minimiser les distances de transport	EPC et sous-traitants	Avant la phase construction
Risques d'accidents (mouvement des véhicules)	Assurer une signalisation pour la réalisation des travaux sur les voies d'accès.	EPC et sous-traitants	Phase construction
	Adoption des mesures temporaires de contrôle du trafic aux croisements et aux jonctions de routes (signaleurs, feux de	EPC et sous-traitants	Phase construction

Impact	Mesures d'atténuation	Responsabilité	Calendrier
sur site et hors site et travaux de la ligne électrique)	circulation temporaires) lorsque des risques pour la sécurité ont été identifiés.		
	Assurer la planification et la séparation des zones de circulation des véhicules, d'utilisation des machines, et de passage des piétons, et la réglementation de la circulation automobile avec voies à sens unique dans les zones des travaux	EPC et sous-traitants	Phase construction
	Limiter la vitesse de la circulation sur site à 15 km/h et sur les voies d'accès à 30 km/heure	EPC et sous-traitants	Phase construction
	Mettre en place une signalisation pour la présence des engins pour la réalisation de la ligne électrique	EPC et sous-traitants	Phase construction
	S'assurer que tous les transporteurs accédant au site sont licenciés selon la réglementation locale.	EPC et sous-traitants	Phase construction
	S'assurer que les véhicules de l'EPC et de QIT sont en bon état de fonctionnement	EPC et sous-traitants	Phase construction
	Assurer des séances de sensibilisation pour les employés notamment si ceux-ci utilisent des deux roues.	EPC et sous-traitants	Phase construction
Aménagement des accès	Effectuer des travaux de renforcement de la route d'accès choisie afin que la capacité portante de la voie soit adaptée au volume du trafic (nombre et charge)	EPC et sous-traitants	Phase construction
	Assurer l'entretien des aménagements des accès afin d'anticiper toutes dégradations	EPC et sous-traitants	Phase construction

13.5.3 Impacts résiduels

Tableau 98 : Trafic et transport – Importance de l'impact résiduel – Phase de construction

Impact	Récepteur sensible	Importance	Atténuation	Importance de l'impact résiduel
Encombrement des axes routiers desservant le projet	Usagers de la voie de 20 mètres	Mineure	Oui	Négligeable
	Usagers de la route nationale	Négligeable	Oui	Insignifiante
Risques d'accidents (mouvement des véhicules sur site et hors site)	Usagers de la voie de 20 mètres	Modérée	Oui	Mineure
	Usagers de la route nationale	Mineure	Oui	Insignifiante
	Travailleurs	Modérée	Oui	Mineure
Aménagement des accès	Voie de 20 mètres permettant d'accéder au site depuis la route nationale.	Positive / majeure	Oui	Positive / majeure
	Usagers de la voie de 20 mètres	Positive / majeure	Oui	Positive / majeure

13.6 Impacts et mesures en phase d'exploitation

13.6.1 Impact

13.6.1.1 Description des impacts

Compte tenu du nombre d'employés attendus pendant la phase d'exploitation (une dizaine de personnes), le transport quotidien de ces ressources générera un trafic routier insignifiant sur les routes d'accès au projet.

Quant au trafic routier qui sera généré par les livraisons de produits consommables ou d'équipements, hors périodes de maintenance spécifiques, sera insignifiant.

Tableau 99 : Trafic et transport – Intensité des impacts en phase d'exploitation

Impact	Intensité	Justification
Augmentation du trafic sur des axes routiers desservant le projet	Négligeable	La sollicitation des voies routières sera faible, en raison du nombre réduit d'employé sur site.
Risques d'accidents (mouvement des véhicules sur site et hors site)	Négligeable	

13.6.1.2 Evaluation de l'impact

Tableau 100 : Trafic et transport - Importance des impacts en phase d'exploitation

Impact	Intensité	Récepteur	Sensibilité	Importance de l'impact
Augmentation du trafic sur des axes routiers desservant le projet	Négligeable	Les usagers des routes d'accès (Route de 20)	Moyenne	Insignifiante
Risques d'accidents (mouvement des véhicules sur site et hors site)	Négligeable	Les usagers des routes d'accès (Route de 20)	Moyenne	Insignifiante
	Négligeable	Travailleurs	Moyenne	Insignifiante

13.6.2 Mesures d'atténuation

Tableau 101 : Mesures d'atténuation et/ou de compensation – Impact sur le trafic et transport

Impact	Mesures d'atténuation	Responsabilité	Calendrier
Augmentation du trafic sur des axes routiers desservant le projet	Développer un plan de gestion des transports	EPC/QIT	Exploitation
	Déterminer les voies d'accès désignées pour la collecte et la livraison, les points d'entrée du site et les aires de stationnement, etc.	EPC/QIT	Exploitation
	Des aires de parkings spécifiques seront désignées dans des endroits appropriés	EPC/QIT	Exploitation

Impact	Mesures d'atténuation	Responsabilité	Calendrier
Risques d'accidents (mouvement des véhicules sur site et hors site)	S'assurer que les véhicules de l'EPC/QIT sont en bon état de fonctionnement	EPC/QIT	Exploitation
	Assurer des séances de sensibilisations concernant la sécurité routière pour les employés du site	EPC/QIT	Exploitation
	La vitesse de déplacement sur site est limitée à 15km/h et à 30 km/heure sur les voies d'accès.	EPC/QIT	Exploitation

13.6.3 Impacts résiduels

Tableau 102 : Trafic et transport – Importance de l'impact résiduel – Phase d'exploitation

Impact	Récepteur sensible	Importance	Atténuation	Importance de l'impact résiduel
Augmentation du trafic sur des axes routiers desservant le projet	Les usagers des routes d'accès (Route de 20)	Insignifiante	Oui	Insignifiante
Risques d'accidents (mouvement des véhicules sur site et hors site)	Les usagers des routes d'accès (Route de 20)	Insignifiante	Oui	Insignifiante
	Travailleurs	Insignifiante	Oui	Insignifiante

14. Paysage et aspect visuel

14.1 Introduction

Les impacts sur le paysage se produisent généralement dans des situations où l'horizon visuel est perturbé par un aménagement. Ces impacts peuvent inclure :

- L'intrusion anthropique dans le paysage par des bâtiments ou des structures là où aucune intrusion n'existait auparavant, ou
- Le changement dans le caractère paysager d'une zone, qui pourrait résulter d'un développement nouveau/excentré ou de changements dans l'utilisation des terres.

Des impacts visuels peuvent se produire lorsque le champ visuel ou la ligne de visée vers et/ou depuis un récepteur est coupé ou bloqué par un aménagement.

Ce chapitre se concentre sur les impacts paysagers et visuels potentiels, directs et secondaires, associés au développement et à l'exploitation ultérieure de la centrale solaire et des infrastructures associées.

14.2 Méthodologie

L'évaluation du projet sur le paysage et l'esthétique visuelle de la zone environnante ont été élaborées grâce à des visites du site entreprises pour identifier le paysage existant et le caractère visuel de la zone.

Les impacts relatifs à l'insertion de la centrale solaire de Lamadji, sa voie d'accès et sa ligne de raccordement au sein de la zone d'étude notamment en phase d'exploitation seront identifiés.

14.3 Etat de référence

Le paysage présente une topographie plane où la présence des boisements est visible mais limitée. Malgré cet ensemble végétal, le paysage est majoritairement urbain et périurbain. Le territoire se partage entre des espaces conquis par une urbanisation dynamique, des friches en mal d'affectation et des terres encore agricoles qui sont très faiblement représentées sur le site.

La zone d'implantation du projet est caractérisée par une végétation éparse, constituée principalement d'arbres atteignant plus de 8 mètres de hauteur et quelques constructions en brique et tôle. En outre, une piste informelle traverse la zone du sud au nord. On note également la présence d'un cimetière à environ 20 mètres à l'est de la zone d'étude.

Figure 67 : Paysage au niveau du site



Source : Ginger Burgeap (@F.Cuzin) – 2023

Figure 68 : Vue sur la route d'accès et le passage de la ligne électrique (côté Ouest du cimetière)



Source : BARES – Octobre 2023

Le paysage de la route d'accès et du couloir de la ligne électrique au sud du cimetière est marqué par une topographie plane et la présence de végétation peu développée après la période des pluies. Le paysage est également marqué par le passage d'une ligne électrique haute tension (Boucle de 90 kV de N'Djamena) (Figure 69).

Figure 69 : route d'accès et couloir de la ligne électrique au sud du cimetière



Source : BARES – Octobre 2023

14.4 Récepteurs sensibles

Le tableau ci-dessous décrit les récepteurs identifiés par rapport aux impacts paysagers et visuels ainsi que la sensibilité déterminée de ces récepteurs.

Tableau 103 : Paysage et aspects visuel– Récepteurs sensibles

Récepteur	Sensibilité	Justification
Qualité visuelle du paysage	Faible	<p>Le paysage au niveau du site du projet ne présente pas un intérêt majeur. Ce type de paysage est fortement développé au niveau de ces quartiers périphériques de N'Djamena en cours de développement urbain.</p> <p>La présence d'une ligne électrique haute tension présente également un marqueur important.</p> <p>La sensibilité du caractère du paysage est faible.</p>
Récepteurs visuels (Passagers et habitants des quartiers au voisinage).	Faible	<p>Les habitants les plus proches et la population de passage aux alentours du site verront une modification importante de leur champ de vision. Situé dans une dynamique de développement périurbain, la sensibilité des récepteurs visuels est faible.</p>

14.5 Impacts et mesures en phase de construction

14.5.1 Impact

14.5.1.1 Description des impacts

Les impacts paysagers en phase chantier sont liées à la préparation du terrain (décapage, dessouchement des arbres, clôtures) et à la mise en œuvre des structures (fondations, installations, montage des structures et raccordements électriques).

Les engins de travaux qui travailleront pour la mise en place des structures seront également visibles, au même titre que les engins circulant sur les routes d'accès au chantier. Ces effets paysagers en phase de construction seront temporaires et impacteront surtout la population de passage et les ménages résidents au nord du site.

Il n'y aura pas de travaux nocturnes sur place, mais il faudra probablement des projecteurs pour la sécurité du site.

L'impact visuel des installations de chantier est faiblement impactant au vu du caractère temporaire des travaux.

Tableau 104 : Paysage et aspects visuel – Intensité des impacts en phase de construction

Impact	Intensité	Justification
Modification de caractéristiques paysagère	Faible	Les nouvelles installations auront un impact partiel sur les vues sans entrainer des pertes totales de vues. Cependant, la construction sera une phase temporaire. Toutes les installations temporaires seront enlevées une fois la phase de construction terminée.
Pollution lumineuse	Faible	La pollution lumineuse pourra gêner les passagers et les habitations les plus proches du chantier.

14.5.1.2 Evaluation de l'impact

Tableau 105 : Paysage et aspects visuels - Importance des impacts en phase de construction

Impact	Intensité	Récepteur	Sensibilité	Importance de l'impact
Modification de caractéristiques paysagère	Faible	Caractère du paysage	Faible	Négligeable
		Récepteurs visuels (Passagers et habitants des quartiers au voisinage).	Faible	Négligeable
Pollution lumineuse	Faible	Passagers et habitants des quartiers au voisinage	Faible	Négligeable
	Faible	Récepteurs visuels (Passagers et habitants des quartiers au voisinage).	Faible	Négligeable

14.5.2 Mesures d'atténuation

Tableau 106 : Mesures d'atténuation et/ou de compensation – Impact sur le Paysage et aspects visuel

Impact	Mesures d'atténuation	Responsabilité	Calendrier
Modification de caractéristiques paysagère	Maintenir le chantier et ses abords propres et assurer une évacuation régulière des déchets.		
	Assurer une bonne gestion des remblais / déblais au niveau de la route d'accès	EPC et sous-traitants	Phase construction
	Préparer un plan de restauration afin de rétablir les conditions préexistantes, dans la mesure du possible, et de minimiser l'impact visuel.	EPC et sous-traitants	Phase construction
	Limiter le défrichement à la superficie strictement nécessaire	EPC et sous-traitants	Phase construction
Pollution lumineuse	Les travaux de nuit seront évités. Tous les projecteurs nécessaires durant les activités de construction de nuit seront dirigés sur le site, avec un angle de position maximale de 30° à la verticale, par conséquent cela réduira les fuites et les impacts potentiels de la lumière au cours de la nuit	EPC et sous-traitants	Phase construction

14.5.3 Impacts résiduels

Tableau 107 : Paysage et aspects visuel – Importance de l'impact résiduel – Phase de construction

Impact	Récepteur sensible	Importance	Atténuation	Importance de l'impact résiduel
Modification de caractéristiques paysagère	Caractère du paysage	Négligeable	Oui	Négligeable
	Récepteurs visuels (Passagers et habitants des quartiers au voisinage).	Négligeable	Oui	Négligeable
Pollution lumineuse	Caractère du paysage	Négligeable	Oui	Négligeable
	Récepteurs visuels (Passagers et habitants des quartiers au voisinage).	Négligeable	Oui	Négligeable

14.6 Impacts et mesures en phase d'exploitation

14.6.1 Impacts

14.6.1.1 Description des impacts

Compte tenu de la faible hauteur des panneaux (ne dépassant pas trois mètres), l'impact visuel de la centrale solaire ne sera pas significatif. A hauteur d'homme, le parc sera perçu de loin comme une ligne à l'horizon. L'impact paysager lié à l'exploitation de la voie d'accès est négligeable dû au caractère plat de cette dernière.

Compte tenu de la hauteur des panneaux et de la mise en place des trackers, aucun impact lié à l'éblouissement n'est attendu.

La ligne électrique ajoutera un élément marquant dans le paysage.

Tableau 108 : Paysage et aspects visuel – Intensité des impacts en phase de construction

Impact	Intensité	Justification
Modification de caractéristiques paysagère	Faible	La centrale solaire aura un impact partiel sur les vues dans la zone, mais elle n'entraînera pas de pertes totales de vues clés à partir des récepteurs et les panneaux photovoltaïques n'incluront pas d'éléments imposants. De même la ligne électrique apportera un élément marquant dans le paysage sans toutefois le masqué. Au sud du cimetière, la ligne électrique s'ajoutera à la ligne existante.
Pollution lumineuse	Faible	Les projecteurs augmenteront l'effet d'éblouissement dans la zone du projet. Cependant, l'emplacement du site du projet loin des centres de population rend l'ampleur de cet impact faible. De plus, les zones éclairées la nuit seront probablement très localisées dans certaines parties du site.

14.6.1.2 Evaluation de l'impact

Tableau 109 : Paysage et aspects visuel - Importance des impacts en phase d'exploitation

Impact	Intensité	Récepteur	Sensibilité	Importance de l'impact
Modification de caractéristiques paysagère	Faible	Caractère du paysage	Faible	Négligeable
		Récepteurs visuels (Passagers et habitants des quartiers au voisinage).	Faible	Négligeable
Pollution lumineuse	Faible	Caractère du paysage	Faible	Négligeable
	Faible	Récepteurs visuels (Passagers et habitants des quartiers au voisinage).	Faible	Négligeable

14.6.2 Mesures d'atténuation

Tableau 110 : Mesures d'atténuation et/ou de compensation – Impact sur le Paysage

Impact	Mesures d'atténuation	Responsabilité	Calendrier
Modification de caractéristiques paysagère	Maintenir en bon état la clôture du site	EPC / QIT	Exploitation
Pollution lumineuse	L'éclairage sera limité et installé pour des raisons de sécurité, le cas échéant.	EPC / QIT	Exploitation
	Les lumières de la centrale solaire ne seront allumés que lorsque cela est strictement nécessaire	EPC / QIT	Exploitation

14.6.3 Impacts résiduels

Tableau 111 : Paysage et aspects visuels – Importance de l'impact résiduel – Phase d'exploitation

Impact	Récepteur sensible	Importance	Atténuation	Importance de l'impact résiduel
Modification de caractéristiques paysagère	Caractère du paysage	Négligeable	Oui	Négligeable
	Récepteurs visuels (Passagers et habitants des quartiers au voisinage).	Négligeable	Oui	Négligeable
Pollution lumineuse	Caractère du paysage	Négligeable	Oui	Négligeable
	Récepteurs visuels (Passagers et habitants des quartiers au voisinage).	Négligeable	Oui	Négligeable

15. Patrimoine archéologique, anthropologique et culturel

15.1 Introduction

L'objectif de l'évaluation du patrimoine culturel et archéologique est d'identifier le potentiel archéologique et patrimonial de la zone d'étude afin d'évaluer efficacement les impacts potentiels sur les ressources culturelles matérielles, et plus spécifiquement les vestiges archéologiques qui pourraient être présents sur l'aire d'étude et proposer des mesures d'atténuation pour minimiser ou prévenir les risques potentiels menaçant le patrimoine culturel et l'archéologique durant les différentes phases de réalisations du projet

Cette étude sera conforme à la législation locale et internationale, aux règlements et aux normes en vigueur.

15.2 Méthodologie

Les informations identifiées relative au patrimoine archéologique et culturel sont issues de prospections réalisées au sein de la zone du projet.

15.3 Etat de référence

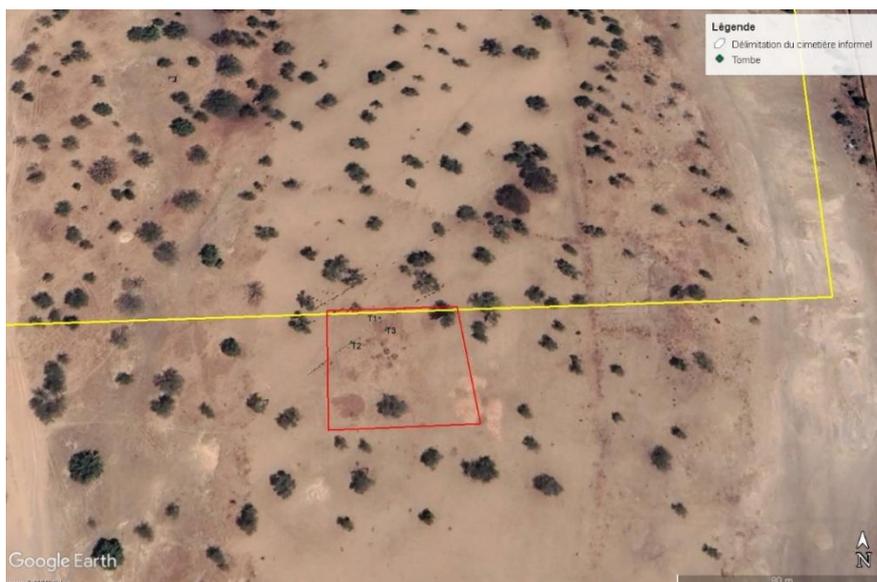
Aucun vestige archéologique n'a été identifié sur le site.

Le site est bordé à l'est par le cimetière musulman de Lamadji qui couvre une superficie de 400 ha (y compris la zone humide formée par l'accumulation des eaux de l'oued). L'entrée du site se situe du côté Ouest depuis la route nationale N'Djamena – Massaguet.

Cimetière informel

Un cimetière informel a également été localisé sur la bordure sud du site (Figure 70 et Figure 71). Il contient des tombes informelles malgré l'interdiction des autorités communales d'enterrer les morts dans cette zone située en dehors du cimetière de Lamadji qui est à 20 m à l'Est de la zone d'Etude. Compte tenu de la nature sableuse du sol à cet endroit, certaines tombes ne sont plus visibles sous l'effet de l'ensablement ou de l'érosion éolienne.

Figure 70 : Localisation de tombes en bordure sud du site



Source : Google earth – Annotations Burgeap - 2023

Figure 71 : Photos des tombes en bordure sud du site



Source : BARES - 2023

Patrimoine culturel

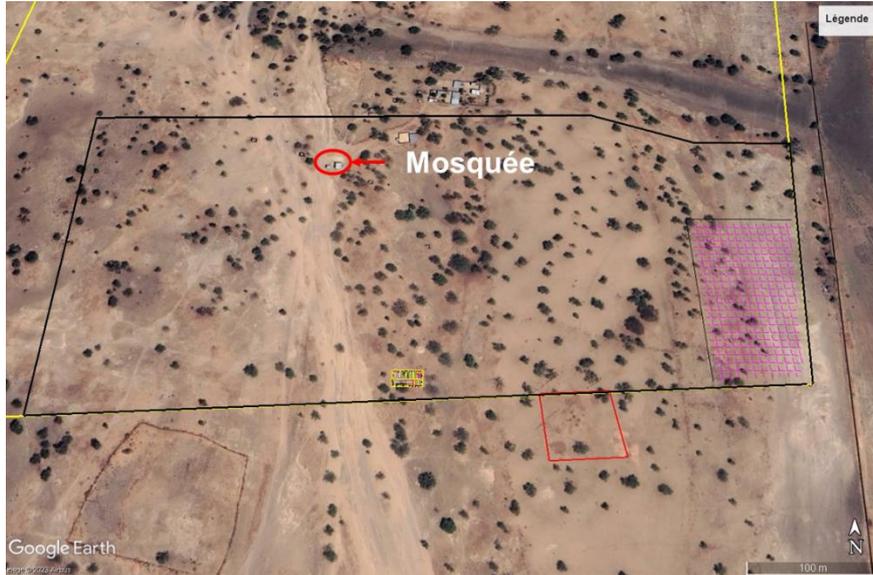
La zone d'implantation de la centrale photovoltaïque abrite une petite mosquée utilisée par une partie de la population du village d'Achawaïl.

Figure 72 : Mosquée sur le site de la centrale



Source : Burgeap (@O.Gazelle) – Mars 2023

Figure 73 : Localisation de la mosquée sur le site de la centrale



Source : Google earth – Annotations Burgeap

15.4 Récepteurs sensibles

Le tableau ci-dessous décrit les récepteurs identifiés en relation avec le patrimoine historique et culturel ainsi que la sensibilité déterminée de ces récepteurs.

Tableau 112 : Patrimoine archéologique, anthropologique et culturel – Récepteurs sensibles

Récepteur	Sensibilité	Justification
Sites archéologiques potentiellement non identifiés	Faible	Il n'y a aucune preuve que des sites archéologiques soient sur le site.
Tombes situées au sud du site	Moyenne	Les tombes ne sont pas situées dans la zone d'implantation du projet ; cependant du fait de sa proximité avec la zone de construction il pourrait être impacté.
Mosquée sur le site de la centrale	Forte	La mosquée est située sur le site d'implantation de la centrale. Elle devra être déplacée. En tant que lieu de culte la sensibilité est forte.

15.5 Impacts et mesures en phase de construction

15.5.1 Impact

15.5.1.1 Description des impacts

Pour les raisons exposées dans les conditions de base, il est peu probable que les impacts potentiels de la valeur culturelle ou archéologique surviendront au cours de la phase de construction. Cependant, si lors des travaux de terrassement pendant la phase de construction on découvre des sources non identifiées du

patrimoine archéologique ou culturel, cela aura un impact très négatif avant la mise en œuvre des mesures d'atténuation.

Pendant la phase de construction, en particulier au moment de la réalisation de la clôture, les engins et/ou des employés pourraient empiéter sur la zone des tombes et provoquer des dégradations au niveau du cimetière informel.

La mobilisation du site va nécessiter la démolition de la mosquée qui devra être transférée dans un autre site.

Tableau 113 : Patrimoine archéologique, anthropologique et culturel – Intensité des impacts en phase de construction

Impact	Intensité	Justification
Destruction des vestiges archéologiques inconnus sur place	Forte	Bien que la probabilité de cet impact soit très faible, l'intensité de cet impact est forte en cas de découverte de vestige archéologique durant la phase des travaux en vue de l'importance des aspects archéologiques et patrimoniaux à l'échelle nationale.
Risque de dégradation des tombes du cimetière informel.	Moyenne	Le risque d'endommagement des tombes du cimetière informel d'Achawail est possible au moment de la mise en place de la clôture. L'intensité de l'impact est moyenne.
Destruction de la mosquée	Forte	La mosquée devra être complètement détruite. L'intensité de l'impact est forte.

15.5.1.2 Evaluation de l'impact

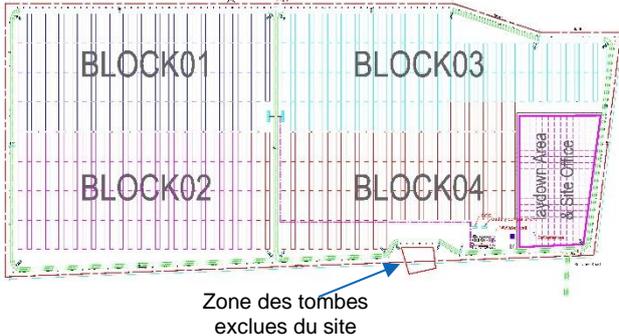
Tableau 114 : Patrimoine archéologique et culturel - Importance des impacts en phase de construction

Impact	Intensité	Récepteur	Sensibilité	Importance de l'impact
Destruction des vestiges archéologiques inconnus sur place	Forte	Sites archéologiques potentiellement non identifiés	Faible	Modérée
Risque de dégradation des tombes du cimetière informel.	Moyenne	Tombes du cimetière informel d'Achawail	Moyenne	Modérée
Destruction de la mosquée	Forte	Mosquée sur le site	Forte	Majeure

15.5.2 Mesures d'atténuation

Tableau 115 : Patrimoine archéologique, anthropologique et culturel - Mesures d'atténuation en phase de construction

Impact	Mesures d'atténuation	Responsabilité	Calendrier
Destruction des vestiges archéologiques	Préparer un plan de gestion du patrimoine archéologique et du patrimoine culturel (procédure de découverte fortuite)	EPC et sous-traitants	Phase construction

Impact	Mesures d'atténuation	Responsabilité	Calendrier		
s inconnus sur place	La découverte de vestiges sera signalée aux autorités compétentes avec la mise en œuvre de la procédure appropriée.	EPC et sous-traitants	Phase construction		
	Des programmes de formation et de sensibilisation seront mis en place afin de s'assurer que le personnel de construction et les ouvriers connaissent les procédures relatives à la surveillance archéologique en cas de découverte de fortuites ou de découvertes anthropiques.	EPC et sous-traitants	Phase construction		
	Dans le cas improbable où un objet serait trouvé / découvert, les travaux de construction seront immédiatement arrêtés et les autorités administratives seront contactées par le constructeur EPC du site.	EPC et sous-traitants	Phase construction		
Risque de dégradation des tombes du cimetière informel d'Achawaïl	Délimitation du site et mise en place d'une clôture avant le démarrage de tous travaux sur le site en coordination avec la population locale. La zone des tombes est exclue du site (cf figure ci-dessous) Figure 74 : Exclusion de la zone de tombes au sud du site	EPC et sous-traitants	Avant la construction		
					
	Construction d'un mur autour des tombes situées au sud du site			EPC et sous-traitants	Phase construction
	Mettre en place une signalisation indiquant un lieu sépulcral.			EPC et sous-traitants	Phase construction
	Information et sensibilisation des employés sur la présence de tombes dans cette zone et sur les us et coutumes locales.	EPC et sous-traitants	Phase construction		
Destruction de la mosquée	Construction d'une nouvelle mosquée sur un site identifié par la population. La construction de la mosquée inclura également la creusement d'un puits pour l'alimentation en eau de la mosquée.	EPC/QIT	Avant la construction		

15.5.3 Impacts résiduels

Tableau 116 : Patrimoine archéologique, anthropologique et culturel – Importance de l'impact résiduel – Phase de construction

Impact	Récepteur sensible	Importance	Atténuation	Importance de l'impact résiduel
Destruction des vestiges archéologiques inconnus sur place	Sites archéologiques potentiellement non identifiés	Modérée	Oui	Mineure
Risque de dégradation des tombes du cimetière informel d'Achawaiï	Cimetière informel de Achawaiï	Modérée	Oui	Mineure
Destruction de la mosquée	Mosquée sur le site	Majeure	Oui	Mineure / Positive

15.6 Impacts et mesures en phase d'exploitation

Il n'y aura pas d'impacts significatifs sur le patrimoine archéologique, anthropologique et culturel en phase d'exploitation, il n'y a donc pas de mesures identifiées.

16. Santé et sécurité des travailleurs et conditions de travail

16.1 Introduction

La main d'œuvre constitue un précieux atout pour toute entreprise, et une saine gestion des relations avec les travailleurs représente un facteur essentiel de durabilité pour l'entreprise.

Le développement de ce type de projet a des effets importants sur la main d'œuvre et les conditions du travail des différents travailleurs opérant sur le site que ce soit en phase des travaux ou en phase d'exploitation.

16.2 Méthodologie

Les principaux indicateurs tels que la population active, le marché du travail et le développement social au niveau régional sont présentés sur la base des données bibliographiques existantes.

Outre les données locales sur la main d'œuvre, la politique du recrutement des porteurs du projet (Qair) ainsi que les différents types des travaux prévus selon la nature du projet permettent de définir les impacts et les risques sur la santé et la sécurité des travailleurs tout au long du cycle de vie du projet, les impacts pendant la construction et l'exploitation sont discutés distinctement.

En réponse aux exigences des Normes de performance de la SFI (NP2), les composantes principales de cette analyse sont les suivantes :

- Conditions de travail et gestion des relations entre la direction et les travailleurs ;
- Protection de la main-d'œuvre ; et
- Hygiène et sécurité du travail.

Le présent chapitre est basé également sur :

- Les BPI en matière de développement environnemental et social durable ainsi
- Aux principes et normes essentiels énoncés dans les conventions de l'OIT
- Les directives EHS générales (SFI, 2007).
- Directives environnementales, sanitaires et sécuritaires pour le transport et la distribution de l'électricité (SFI, 2007)

16.3 Etat de référence

L'activité économique de la population locale actuellement est décrite au niveau du chapitre 12.3.5.

16.4 Récepteurs sensibles

Tableau 117 : Santé sécurité des travailleurs et conditions de travail – Récepteurs sensibles

Récepteurs	Sensibilité	Justification
Travailleurs	Moyenne	<p>Un tel chantier nécessitera environ 100 personnes au pic de la phase de construction et une dizaine de personnes en phase d'exploitation. Ces travailleurs pourront être exposés à des risques et des dangers qui sont liés aux différentes activités lors des phases travaux et exploitation.</p> <p>Ces dangers pourront être physiques, chimiques, biologiques et radiologiques.</p>

16.5 Impacts et mesures en phase de construction

16.5.1 Impacts

16.5.1.1 Description des impacts

La réalisation du projet de la centrale solaire, de la voie d'accès et de la ligne de raccordement nécessitera l'emploi d'une centaine de personnes. L'entreprise et ses sous-traitants devront être en conformité avec la législation du travail Tchadienne qui garantit un certain nombre de droits : exigence d'un contrat de travail, respect des horaires légaux de travail, droit d'association etc...Cependant l'application de la législation n'est pas systématique. Une étude réalisée en mars 2022 sur les conditions de travail dans 3 villes (N'Djamena, Abeché et Moundou)²³ a montré que sur un échantillon représentatif de 700 personnes, environ 50% n'ont pas de contrat de travail et que sur N'Djamena, plus d'un tiers travaillaient au-delà de l'heure légal.

Des déficiences dans la gestion des employés de la part de l'entreprise et/ou de ses sous-traitants peut conduire à une exploitation des employés. Les employés peuvent être exposés à un risque de travail tel que le processus de recrutement discriminatoire, les problèmes liés à l'aspect genre, le travail des enfants et le travail forcé, etc. ainsi qu'un certain nombre de risques de santé et de sécurité qui sont liés non seulement aux travaux de génie civil mais aussi aux travaux électriques qui auront lieu sur le site.

Les personnes de divers horizons pourraient exacerber le risque de violences basées sur le genre notamment sur les femmes et les personnes vulnérables. La présence du chantier pourrait entraîner une augmentation des comportements sexuels déviants favorisant la propagation du VIH-SIDA.

Des conditions insalubres de logement mis en place par l'employeur peuvent aussi impacter la santé des employés.

La réalisation des travaux présente des risques et des dangers identifiés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 118 : Santé sécurité des travailleurs et conditions de travail – Intensité des impacts en phase de construction

Impacts	Intensité	Justification
Risques liés aux vibrations et au bruit	Moyenne	<p>Les activités de terrassement sont à l'origine d'émission de poussières qui pourrait occasionner des gênes au niveau des voies respiratoires. Le bruit peut être responsable de divers problèmes de santé comme le stress et la fatigue qui, à long terme, ont des conséquences sur la santé du salarié et la qualité du travail effectué. Ces problèmes sont plus ou moins graves selon l'intensité et la fréquence du bruit.</p> <p>A long terme, les vibrations les plus intenses peuvent entraîner des risques pour la santé des salariés, notamment des lombalgies (lombalgies), des hernies discales, etc.</p>
Risque d'accident	Moyenne	<p>Pendant le chantier, le personnel est également exposé à divers risques d'accidents du travail, liés aux travaux de génie civil et au travail en hauteur, tels que les risques de chute de matériaux, de chute d'ouvriers ou d'effondrement de structures, de travail à chaud, de manutention manuelle, d'espaces confinés, etc.</p> <p>Les travailleurs peuvent également être impactés ou exposés à différents types de risques ou d'accidents liés aux tâches ménagères (nettoyage des</p>

²³ Source : Analyse des effets de la zone de libre-échange du continent africain (ZLECAF) sur les conditions de vie et de travail au Tchad <https://tradeunionsinafcfta.org/wp-content/uploads/2022/10/TRADE-UNIONS-AND-TRADE-in-Chad-FR-1.pdf>. La recherche a été développée en coopération avec l'Organisation régionale africaine de la Confédération syndicale internationale (CSI-Afrique) et soutenue par le Centre de solidarité syndicale de Finlande (SASK).

Impacts	Intensité	Justification
		vêtements, cuisine, etc.) tels que les chutes sur des sols glissants, les coupures, le harcèlement, l'hygiène, la fatigue et la lassitude, etc.
Risque d'électrocution et d'incendie/Risque toxique	Moyenne	Pendant la phase de construction, les travailleurs seront également exposés aux risques d'électrocution, aux risques mécaniques et physiques, liés à la présence de manutention d'équipements électriques et de produits inflammables.
Propagation de maladies (VIH, MST) / Manque d'hygiène	Moyenne	L'interaction entre les travailleurs pendant la phase de construction peut entraîner la prolifération de maladies.
VBG/ES, HS et AS	Moyenne	L'afflux de travailleurs de différents horizons et éloignés de leur milieu pourraient conduire à des comportements de Violences Basées sur le genre, Exploitation sexuelles, Abus et harcèlement sexuel.
Risques liés à demauvaises conditions de travail	Moyenne	Les travailleurs peuvent être exposés à une mauvaise gestion des conditions de travail (contrats de travail, durée du travail, salaire minimum, heures supplémentaires, travail forcé, travail des enfants, non-discrimination, harcèlement moral, etc.). Compte tenu du nombre d'employés attendus, l'ampleur de l'impact est jugée moyenne.

16.5.1.2 Evaluation de l'impact

Tableau 119 : Santé sécurité des travailleurs – Importance des impacts en phase de construction

Impact	Intensité	Récepteur	Sensibilité	Importance de l'impact
Risques liés aux vibrations et au bruit	Moyenne	Travailleurs	Moyenne	Modérée
Risque d'accident	Moyenne	Travailleurs	Moyenne	Modérée
Risque d'électrocution et d'incendie/Risque toxique	Moyenne	Travailleurs	Moyenne	Modérée
Propagation de maladies (VIH, MST) / Manque d'hygiène	Moyenne	Travailleurs	Moyenne	Modérée
VBG/ES, HS et AS	Moyenne	Travailleurs	Moyenne	Modérée
Risques de mauvaises conditions de travail	Moyenne	Travailleurs	Moyenne	Modérée

16.5.2 Mesures d'atténuation

Pour être en conformité avec la législation et les exigences de la SFI (en particulier la norme de performance n°2), l'EPC devra préparer les documents suivants :

• Plan de gestion du travail et de l'emploi

Ce plan permettra de garantir que la gestion de la main-d'œuvre locale sera conforme à toutes les réglementations et aux bonnes pratiques internationales.

Il comprendra au moins :

- Politiques (ressources humaines, recrutement, non-discrimination, égalité des sexes, etc.).
- Procédure de recrutement.
 - Non-discrimination et égalité des chances ;
 - Travail des enfants ;
 - Travail forcé ;
 - Organisation des travailleurs ;
- Procédures de gestion RH
 - Contrat ;
 - Salaires ;
 - Congés ;
 - Heures de travail ;
 - Travailleurs étrangers ;
 - Emploi des femmes.
- Procédure disciplinaire
- Procédure de bien-être des travailleurs
 - Eau potable ;
 - Aires de repos ;
 - Installations sanitaires ;
 - Vestiaires ;
- Procédure de règlement des plaintes des employés
- Rôles et responsabilités
- Code de conduite des employés
- Code de conduite relatif à la violence et au harcèlement fondés sur le sexe
- Procédure pour les licenciements.

Plan de Préparation et de Réponse aux Situations d'Urgences

Il garantit que le projet est conforme à la directive générale de la SFI sur l'environnement, la santé et la sécurité (ESS), Préparation et réponse aux situations d'urgence.

Le plan doit définir les éléments suivants :

- Informations générales (politique, objectifs du document, définitions, etc.)
- Organisation des zones d'intervention (centres de commandement, unités médicales, etc.) et liste des éléments sensibles dans l'environnement immédiat du site de travail et des dangers potentiels ;
- Rôles et responsabilités : les responsabilités hiérarchiques doivent être clairement déterminées ;
- Divulgence : au début des travaux, l'entrepreneur principal doit afficher le plan de manière à ce que tous les travailleurs puissent en prendre connaissance ; le public doit également être informé si la santé publique est susceptible d'être affectée ;
- Procédures et équipements d'urgence à mettre en place ;
- Ressources d'urgence : liste et coordonnées des personnes à contacter en cas d'urgence ainsi que les actions à suivre. Il faut évaluer le risque d'incendie et les ressources locales et celles des entrepreneurs en matière de prévention des incendies ;
- Formation : les travailleurs doivent être formés de manière à connaître les procédures en cas de déversement, d'incendie, d'évacuation et de toute autre urgence impliquant les travailleurs et les habitants. Le plan doit être révisé et mis à jour en fonction de tout changement d'équipement, de

personnel et d'installations. Des exercices seront également planifiés. Des registres et des preuves de chaque exercice effectué sur le site seront conservés.

- Listes de contrôle (listes des rôles et des mesures ; liste de contrôle de l'équipement);
- Maintien des diverses activités et des plans d'urgence : trouver l'espace et l'équipement supplémentaire nécessaires pour que l'entrepreneur puisse poursuivre les activités de travaux après une urgence. Par exemple, cela implique souvent la recherche de sources alternatives d'eau, d'électricité et de carburant.

Plan de Gestion de Santé et de Sécurité

Le plan de gestion de la santé et de la sécurité au travail comprendra les éléments de base suivants :

- Politique de sécurité/déclaration de gestion des installations ;
- Identification des risques professionnels pour le personnel ;
- Mesures d'atténuation avec définition du responsable et échéances de mise en œuvre ;
- Réunions et communication sur la sécurité au travail ;
- Formation des employés à la sécurité et tenue des registres.

Tableau 120 : Santé sécurité des travailleurs et conditions de travail – Mesures d'atténuation en phase de construction

Impact	Mesures de mitigation	Responsabilité	Calendrier
	Préparer un plan de gestion de la santé et de la sécurité au travail, y compris un plan d'intervention d'urgence, conformément à la réglementation tchadienne, aux conventions de l'OIT et aux directives générales ESS de la SFI Préparer un plan de préparation et de réponse aux situations d'urgence Préparer un plan de gestion de la sûreté et de la sécurité Mettre en place un système de prévention et de traitement de VBG/Exploitation sexuelle, abus et harcèlement sexuel (EAHS)	EPC et sous-traitants	Avant le début des travaux
Risques physiques (risques de chute, de manutention, etc.), risques chimiques et d'électrocution.	La fourniture et le contrôle des équipements de protection individuelle, tels que casques, chaussures de sécurité, gants de protection, harnais de sécurité, masques, etc.	EPC et sous-traitants	Phase de construction
	Le personnel de sécurité suivra un programme de formation spécifique qui comprendra, au minimum, des informations sur la manière de pratiquer le GIIP (Principes volontaires des Nations Unies sur la sécurité et les droits de l'homme) ;	EPC et sous-traitants	Phase de construction
	.Mettre à disposition le kit de première urgence médicale Mettre en place une salle médicale permettant d'isoler les malades et/ou apporter des premiers soins Identification des structures de santé pouvant prendre en charge des travailleurs. Le personnel de premiers secours doit être clairement désigné, formé et compétent.	EPC et sous-traitants	Phase de construction
	Des précautions appropriées, telles que l'installation de barrières ou de guetteurs, doivent être prises pour protéger les travailleurs contre la chute de matériaux, d'outils ou d'équipements pendant les opérations de levage ; Des garde-corps et des plinthes doivent être installés pour empêcher les travailleurs de tomber d'une certaine hauteur.	EPC et sous-traitants	Phase de construction

Impact	Mesures de mitigation	Responsabilité	Calendrier
	<p>Lorsque le niveau sonore dépasse 85 dB (A) en moyenne pondérée sur 8 heures par jour sans protection auditive contre le bruit, des dispositifs doivent être fournis au personnel du site ;</p> <p>Aucune oreille non protégée ne doit être exposée à un niveau de pression acoustique de crête (instantané) supérieur à 140 dB (C)</p>	EPC et sous-traitants	Phase de construction
Conditions de travail	<p>Adopter une politique de ressources humaines décrivant l'approche de la gestion des travailleurs conformément au code de travail Tchadien et aux exigences de la norme de performance 2 ;</p> <p>Documenter et communiquer toutes les conditions de travail et d'emploi à tous les travailleurs ;</p> <p>Respecter toutes les conventions collectives conclues avec une organisation de travailleurs et offrir des conditions de travail et d'emploi raisonnables conformément à la législation nationale ;</p> <p>Reconnaître le droit des travailleurs à former des organisations de travailleurs ou à y adhérer, indépendamment de la reconnaissance de ce droit dans la législation nationale ;</p> <p>Fonder les décisions en matière d'emploi sur le principe de l'égalité des chances et du traitement équitable.</p> <p>Assurer un traitement équitable, la non-discrimination et l'égalité des chances.</p> <p>Assurer une bonne relation entre les travailleurs et la direction ;</p> <p>Respecter les lois nationales sur l'emploi et le travail, notamment en ce qui concerne la rédaction des contrats de travail ;</p> <p>Protection des travailleurs, notamment ceux des catégories vulnérables ;</p> <p>Promouvoir la santé et la sécurité par des sessions de formation et de sensibilisation ;</p> <p>Ne pas recourir au travail forcé ou au travail des enfants ;</p> <p>Mettre en place un mécanisme de gestion des doléances des travailleurs avec un système de traitement spécifique pour les VBG ;</p> <p>Le logement des travailleurs se fera dans des locaux offrant toutes les conditions d'hygiène, de sûreté et de sécurité ;</p> <p>Entreprendre des activités d'inspection, d'audit et d'examen pour s'assurer que les objectifs de l'entrepreneur en matière de santé, de sécurité, de bien-être et d'environnement sont atteints.</p>	EPC et sous-traitants	Phase de construction
Chaîne d'approvisionnement	<p>La politique de Qair prévoit un protocole de traçabilité de la chaîne d'approvisionnement solaire et l'intégration de clauses environnementales et sociales dans les contrats des fournisseurs.</p>	QAIR	En phase de développement et tout au long de la phase de construction et d'exploitation
	<p>L'EPC ne s'engagera qu'avec des fournisseurs réputés qui n'utilisent pas la force ou le travail des enfants et sont en mesure de se conformer aux normes environnementales et sociales établies par la SFI pour les fournisseurs.</p> <p>L'EPC établira un protocole de traçabilité de la chaîne d'approvisionnement de ses sous-traitants concernant le travail forcé et le travail des enfants.</p>	EPC et sous-traitants	Phase de construction

Impact	Mesures de mitigation	Responsabilité	Calendrier
	Le EPC ne s'engagera qu'avec des sous-traitants de bonne réputation qui n'utilisent pas la force ou le travail des enfants et sont capables de mettre en œuvre les mesures environnementales et sociales applicables établies pour la phase de construction et d'autres documents applicables à la construction du projet.	EPC et sous-traitants	Phase de construction
Propagation des maladies et mauvaise hygiène	La prévention des maladies (y compris les MST) fera partie des programmes de formation et des mesures d'hygiène personnelle appropriées ; Mise à disposition d'eau potable en quantité suffisante pour tous les travailleurs sur le site. Lorsque l'on travaille à l'extérieur en été, il est essentiel de développer des pratiques d'hydratation régulières. Formation des employés sur les conditions d'hydratation Les horaires de travail en saison sèche seront adaptés aux conditions climatiques.	EPC et sous-traitants	Phase de construction
	Examen médical à l'embauche de tous les employés y compris détection VIH/MST	EPC et sous-traitants	Phase de construction
	Mettre à disposition des kits de détection du VIH/MST	EPC et sous-traitants	Phase de construction
	Les vestiaires et les installations sanitaires doivent faciliter les pratiques d'hygiène personnelle, être faciles à nettoyer, être disposés de manière à isoler explicitement des zones spécifiques et être adaptés au nombre de travailleurs ; Des toilettes séparées pour les hommes et les femmes ; Le logement des travailleurs doit répondre / contenir au moins les espaces et installations suivants (les entreprises de construction se référeront aux Processus et normes (Note d'orientation de la SFI et de la BERD) (2009). Approvisionnement en eau, Services adéquats d'évacuation des eaux usées et des déchets, Protection adéquate contre la chaleur, le froid, l'humidité, le bruit, le feu et les animaux porteurs de maladies, Des installations sanitaires et d'hygiène adéquates, Ventilation, installations de cuisson et de stockage, Éclairage naturel et artificiel ; Mise en place de panneaux et d'affiches de sensibilisation à l'hygiène sur le site et à la base.	EPC et sous-traitants	Phase de construction
Sécurité des employés	Obligation de clôturer le site, avec la présence de gardes permanents contractés par une société de sécurité ; Les personnes extérieures ne doivent être autorisées à pénétrer sur le site que si elles sont accompagnées ou autorisées à le faire par une personne compétente et si elles disposent d'un équipement de protection approprié ; Former tous les travailleurs pour qu'ils soient conscients de leurs propres responsabilités en ce qui concerne les questions de santé et de sécurité pertinentes, et veiller à ce qu'ils participent à la prévention des accidents et coopèrent aux mesures de prévention des maladies professionnelles ; Mettre en place un responsable HSE pour aider à la mise en œuvre et au maintien du processus de santé, de sécurité et de sûreté pour les travailleurs et l'environnement.	EPC et sous-traitants	Phase de construction

Impact	Mesures de mitigation	Responsabilité	Calendrier
	<p>Sensibiliser l'ensemble du personnel au respect des règles relatives à l'alcool au volant, aux limitations de vitesse, au port de la ceinture de sécurité, à l'utilisation du téléphone, etc.</p> <p>Mettre en œuvre une politique de prévention dans quatre grands domaines interdépendants : les déplacements, les véhicules, les communications et les compétences.</p> <p>Assurer l'entretien et la sécurité des véhicules utilisés et développer des moyens pour la protection et la sécurité des travailleurs et des usagers de la route ;</p> <p>Contrôler la vitesse des véhicules sur les chantiers de construction.</p>		
Mesures spécifiques au genre	<p>Mettre en place un système de prévention et de traitement des VGB/EAHS</p> <p>Prévoir des toilettes, des vestiaires et des douches spécifiques pour les femmes;</p> <p>Installer des panneaux d'information facilement accessibles et visibles contenant des informations sur l'égalité des sexes;</p> <p>Organisation d'ateliers de formation et de sensibilisation pour les cadres et les travailleurs sur le thème du genre et de l'inclusion sociale.</p> <p>Les installations de chantier devront prendre en compte le critère du genre (toilettes et sanitaires spécifiques femmes), transport</p> <p>S'assurer que les femmes puissent avoir un moyen de transport sécurisé.</p> <p>Mettre en place un référence genre au sein de l'équipe (par ex. responsable HSE avec une formation spécifique genre)</p>	EPC et sous-traitants	Phase de construction

16.5.3 Impacts résiduels

Tableau 121 : Santé sécurité des travailleurs – Importance de l'impact résiduel – Phase de construction

Impact	Récepteur sensible	Importance	Atténuation	Importance de l'impact résiduel
Risques liés aux vibrations et au bruit	Travailleurs	Modérée	Oui	Mineure
Risque d'accident	Travailleurs	Modérée	Oui	Mineure
Risque d'électrocution et d'incendie/Risque toxique	Travailleurs	Modérée	Oui	Mineure
Propagation de maladies (VIH, MST, COVID19) / Manque d'hygiène	Travailleurs	Modérée	Oui	Mineure

Impact	Récepteur sensible	Importance	Atténuation	Importance de l'impact résiduel
Les conditions de travail	Travailleurs	Modérée	Oui	Mineure

16.6 Impacts et mesures en phase d'exploitation

16.6.1 Impacts

16.6.1.1 Description des impacts

Durant la phase d'exploitation de la centrale solaire, les travailleurs seront exposés aux différents risques professionnels pouvant impacter négativement leur santé et leur sécurité.

Ces risques proviennent généralement des opérations de maintenances (nettoyage des modules, contrôle visuel de l'état général des équipements (filtres à air, pompes, ...) entreprises par les travailleurs au cours de la phase d'exploitation. La maintenance pourra être effectuée d'une manière périodique suivant le programme de maintenance défini ou bien sous forme d'une intervention curative à la suite d'un problème de dysfonctionnement.

Les principaux risques pour la santé et la sécurité au travail spécifiques aux installations et activités photovoltaïques comprennent sont les suivants :

- Les risques électriques : liés à la maintenance des équipements électriques de raccordement des panneaux solaires ;
- Ambiance du travail : risques auditifs, chaleur et de froid ; etc ;
- Risque d'incendie au niveau de la centrale solaire.

Tableau 122 : Santé sécurité des travailleurs et conditions de travail – Intensité des impacts en phase d'exploitation

Impacts	Intensité	Justification
Risques électriques	Moyenne	Ce risque est principalement lié à la maintenance des équipements de raccordement électrique des panneaux solaires, des sous-stations électriques, des postes de conversion ou de la ligne électrique de raccordement 15kV.
Environnement de travail	Moyenne	Risques liés aux chutes de plain-pied dues au dénivelé de la zone de travail ou au terrain accidenté ou aux manipulations et postures contraignantes.
Risque d'incendie	Moyenne	Le risque principal est l'auto-combustion de certains éléments tels que les connecteurs entre deux panneaux, certains circuits électriques dans les châssis ou des parties de câbles et leurs connexions. Ces phénomènes d'auto-inflammation s'expliquent en partie par la présence de poussières sur les connecteurs et les pièces électriques nues et mal protégées. Les incendies sur les panneaux solaires sont également dus au risque de foudre. Outre les coups de foudre, ce risque peut entraîner des perturbations électromagnétiques dues à l'arc électrique généré par la foudre.
Conditions de travail	Moyenne	Cet impact est permanent avec une fréquence intermittente. La magnitude est donc moyenne.

16.6.1.2 Evaluation de l'impact

Tableau 123 : Santé sécurité des travailleurs – Importance des impacts en phase d'exploitation

Impact	Intensité	Récepteur	Sensibilité	Importance de l'impact
Risques électriques	Moyenne	Travailleurs	Moyenne	Modérée
Environnement de travail	Moyenne	Travailleurs	Moyenne	Modérée
Risque d'incendie	Moyenne	Travailleurs	Moyenne	Modérée
Conditions de travail	Moyenne	Travailleurs	Moyenne	Modérée

16.6.2 Mesures d'atténuation

Tableau 124 : Santé sécurité des travailleurs – Mesures d'atténuation en phase d'exploitation

Impact	Mesures d'atténuation	Responsabilité	Calendrier
	<ul style="list-style-type: none"> Préparer un plan de gestion de la santé et de la sécurité au travail comprenant un plan d'intervention d'urgence conforme à la réglementation tchadienne, aux conventions de l'OIT et aux directives générales EHS de la SFI Préparer un plan de préparation et d'intervention en cas d'urgence Préparer un plan de gestion de la sûreté et de la sécurité 	EPC/QIT	Avant le début des travaux
Risques électriques	<ul style="list-style-type: none"> Autoriser uniquement les travailleurs formés et certifiés à installer, entretenir ou réparer l'équipement électrique Définir dans un plan de santé et de sécurité la formation requise, les mesures de sécurité, l'équipement de sécurité individuelle et les autres précautions nécessaires lorsque l'entretien et l'exploitation doivent être effectués à une distance inférieure à la distance minimale de sécurité, Affichez des panneaux d'avertissement sur tous les appareils et câbles électriques. Double isolation/mise à la terre de tous les équipements électriques utilisés dans des environnements humides ou potentiellement humides ; utiliser de l'équipement avec des circuits protégés par des interrupteurs de fuite à la terre (GFI). L'apposition d'étiquettes d'avertissement sur les locaux techniques contenant des équipements à haute tension ("risques électriques") dont l'accès est contrôlé ou interdit 	EPC/QIT	Dès le démarrage de l'exploitation et pendant toute la durée de l'exploitation

Impact	Mesures d'atténuation	Responsabilité	Calendrier
	<ul style="list-style-type: none"> Établissez des zones « interdites d'approche » autour et sous les lignes à haute tension, conformément aux directives EHS de la SFI. Des moyens de lutte contre l'incendie (réservoirs d'eau, bacs à sable, extincteurs...), des équipements et un plan d'intervention et de prévention, validés par les autorités compétentes, doivent être mis en place pour garantir la sécurité des biens et des personnes. 		
Environnement de travail	Afin d'éviter les risques de plain-pied les mesures suivantes devront être prises en considération depuis la phase de conception : <ul style="list-style-type: none"> Eviter les obstacles et les marches inutiles Prévoir des protections collectives (garde-corps) autour des aires de travail lorsque cela est possible ; Choisir un revêtement du sol adapté aux conditions climatiques Prévoir un éclairage suffisant (de l'ordre de 75 lux) dans la zone de circulation 	EPC/QIT	Dès le démarrage de l'exploitation et pendant toute la durée de l'exploitation
	<ul style="list-style-type: none"> Aucun employé ne doit être exposé à un niveau de bruit supérieur à 85 dB(A) pendant une période de plus de 8 heures par jour sans porter de protège-oreilles. En outre, des oreilles non protégées ne doivent être exposées à un niveau de pression acoustique (instantanée) de pointe supérieure à 140 dB(C). Les conducteurs des engins doivent être formés et soumis périodiquement au contrôle médical Les engins utilisés sur site doivent être bien entretenus et munis des avertisseurs de recul 	EPC/QIT	Dès le démarrage de l'exploitation et pendant toute la durée de l'exploitation
	<ul style="list-style-type: none"> Facilitation de l'accès à des systèmes d'hydratation appropriés, par exemple l'eau potable ou des boissons électrolytiques, et prévention de la consommation de boissons alcoolisées. Adapter les horaires de travail aux conditions climatiques notamment en cas de fortes températures. 	EPC/QIT	Dès le démarrage de l'exploitation et pendant toute la durée de l'exploitation
	<ul style="list-style-type: none"> Former tous les employés à prendre conscience de leurs propres responsabilités en ce qui concerne les questions de santé et de sécurité pertinentes, et veiller à ce qu'ils participent à la prévention des accidents et coopèrent aux mesures prises pour prévenir les maladies professionnelles. 	EPC/QIT	Dès le démarrage de l'exploitation et pendant toute la durée de l'exploitation
Risque d'incendie	<ul style="list-style-type: none"> Appliquer toutes les mesures liées aux risques électriques Prendre toutes les mesures nécessaires à la gestion de la foudre, notamment en installant des paratonnerres et en mettant à la terre toutes les structures métalliques selon un schéma précis. Ce schéma doit préserver les équipements électriques mais surtout assurer 	EPC/QIT	Dès le démarrage de l'exploitation et pendant toute la durée de l'exploitation.

Impact	Mesures d'atténuation	Responsabilité	Calendrier
	qu'un opérateur touchant une structure en tout point de l'usine ne soit pas affecté par la dissipation de l'énergie de la foudre. <ul style="list-style-type: none"> • Une maintenance rigoureuse est nécessaire pour le suivi et le remplacement des équipements électriques, qui sont conçus pour une durée de vie beaucoup plus courte que les panneaux (typiquement 10 ans pour les onduleurs, 12-15 ans pour les batteries contre 20/25 ans pour les panneaux). 		
Conditions de travail	<ul style="list-style-type: none"> • Adopter une politique de ressources humaines décrivant son approche de la gestion des travailleurs conformément aux exigences de la Norme de performance 2 ; • Documenter et communiquer toutes les conditions de travail et d'emploi à tous les travailleurs ; • Respecter toutes les conventions collectives conclues avec une organisation de travailleurs et offrir des conditions de travail et d'emploi raisonnables conformément à la législation nationale. • Reconnaître le droit des travailleurs de former ou d'adhérer à des organisations de travailleurs, indépendamment de la reconnaissance de ce droit dans la législation nationale. • Fonder les décisions en matière d'emploi sur le principe de l'égalité des chances et du traitement équitable ; • Garantir un traitement équitable, la non-discrimination et l'égalité des chances ; • Assurer une bonne relation entre les travailleurs et la direction ; • Respect de la législation nationale en matière d'emploi et de travail, notamment en ce qui concerne la rédaction des contrats de travail ; • Protection des travailleurs, en particulier ceux des catégories vulnérables ; • Promouvoir la santé et la sécurité ; • Ne recourez pas au travail forcé ou au travail des enfants. • Entreprendre des activités d'inspection, d'audit et d'examen pour s'assurer que les objectifs de l'entrepreneur en matière de santé, de sûreté, de sécurité, de bien-être et d'environnement sont atteints. • Mettre en place un responsable HSE pour aider à la mise en œuvre et au maintien du processus de santé, de sécurité et de sûreté pour les travailleurs et l'environnement. • Mettre en place un système de prévention du harcèlement sexuel et des abus sexuels. 	EPC/QIT	Dès le démarrage de l'exploitation et pendant toute la durée de l'exploitation.

16.6.3 Impacts résiduels

Tableau 125 : Santé sécurité des travailleurs – Importance de l'impact résiduel – Phase d'exploitation

Impact	Récepteur sensible	Importance	Atténuation	Importance de l'impact résiduel
Risques électriques	Travailleurs	Modérée	Oui	Mineure
Environnement de travail	Travailleurs	Modérée	Oui	Mineure
Risque d'incendie	Travailleurs	Modérée	Oui	Mineure
Conditions de travail	Travailleurs	Modérée	Oui	Mineure

17. Santé, sûreté et sécurité des communautés

17.1 Introduction

Ce chapitre traite des risques et des effets potentiels du projet sur les populations affectées par les communautés locales pendant les phases de construction et d'exploitation du projet.

La santé et la sécurité au travail sont traitées dans la section 16 (Santé et sécurité des travailleurs et conditions de travail).

17.2 Méthodologie

Les risques Santé, Sûreté et Sécurité du projet sur les communautés locales portent sur les aspects suivants :

- Risques liés au transport et à la circulation.
- Risques liés à l'afflux de travailleurs et de travailleurs étrangers.
- Risques liés aux maladies contagieuses y compris les maladies sexuellement transmissibles (MST)
- Risques liés aux champs électromagnétiques de la ligne électrique 15kV
- Tous les risques liés à la sécurité qui peuvent survenir.

17.3 Etat de référence

Situation sanitaire – causes de mortalité

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé, l'espérance de vie au Tchad est en moyenne de 59,6 années²⁴. Les principales causes des décès sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 126 : Causes des décès (pour 100 000 hab.) selon le sexe (2020)

Causes	Femmes	Hommes
Infections des voies respiratoires	133	158
Affections néonatales	109	137
Maladies diarrhéiques	86	100
Paludisme	55	54
Maternité	46	-
Accident vasculaire cérébral	38	38
Maladie cardiaque ischémique	34	36
Méningite	28	32
Tuberculose		27
Accident de la route	22	43

²⁴ <https://data.who.int/countries/148>

Causes	Femmes	Hommes
Anomalies congénitales	21	26

Le Tchad est le troisième pays au monde le plus vulnérable aux maladies infectieuses. Ces 15 dernières années, il a connu régulièrement des épidémies de méningite, de rougeole, de choléra, d'hépatite E et de fièvre jaune.

Les facteurs de risque de maladie sont surtout liés au manque de services basiques (par exemple l'eau et l'assainissement).

La prévalence du SIDA est de 0,3% de la population de 15 à 49 ans. Le taux de prévalence a beaucoup diminué ces dernières années, il était de 2,1 en 2000²⁵.

Violence basée sur le genre

Selon le PNUD, en 2019, le Tchad était au 4e rang mondial en matière d'inégalité de genre. Les violations des droits de la personne y sont assez répandues, le plus souvent liées aux traditions et pesanteurs culturelles et à l'impunité.

Selon le rapport MICS²⁶ de 2019, 12% de femmes ou filles ont subi des violences sexuelles ; 29% des violences physiques ; 34,1% Mutilations Génitales Féminines soit plus d'une femme sur trois. La faiblesse du taux de scolarisation des enfants et des filles en particulier constitue un des facteurs d'existence des VGB.

La plupart des facteurs contributifs aux dangers et vulnérabilités sont entre autres, l'insécurité liée aux conflits (activisme des groupes armés), les inondations, les maladies/épidémies, l'inaccessibilité aux moyens de subsistances (faible production agricole, détérioration des échanges), problèmes d'accès à l'eau potable et aux soins de santé primaires. Dans ce contexte, les femmes et filles sont exposées aux risques accrus de violences par leur partenaire ou sont contraintes d'adopter des mécanismes négatifs de survie.

Conscient de ces enjeux, le gouvernement a mis en place une Stratégie Nationale de Lutte contre les Violences Basées sur le Genre (SNVBG 2014 - 2019) dont les axes stratégiques sont :

- Prévention et protection contre les Violences Basées sur le Genre et les Violences sexuelles ;
- Lutter contre l'impunité dans toutes ses formes ;
- Assistance multisectorielle ;
- Données et cartographie des interventions ;
- Renforcer les capacités institutionnelles pour prévenir et répondre aux Violences basées sur le genre ;
- Plaidoyer pour la mobilisation des ressources ;
- Plaidoyer de Communication pour le changement de comportement.

17.4 Récepteurs sensibles

Tableau 127 : Santé, sûreté et sécurité des communautés– Récepteurs sensibles

Récepteurs	Sensibilité	Justification
Les habitants situés à proximité du site et des villages voisins (Achawaïl, Anouara).	Moyenne	La proximité de travaux avec quelques habitations et la présence d'engins est une source de risque (accidents, nuisances sonores, poussières, etc..) pour les habitants les plus proches et ceux qui interfèrent avec la zone du projet. La population locale sera également en contact et/ou exposée à la présence de travailleurs locaux ou étrangers qui seront présents sur le site de construction. La

²⁵ Source : Banque mondiale.

²⁶ Source : Enquête Démographique et de Santé à Indicateurs Multiples – INSEED.

Récepteurs	Sensibilité	Justification
		présence étrangère peut être une source de perturbation de l'environnement social local. La population la plus proche est relativement réduite, la sensibilité est moyenne.

17.5 Impacts et mesures en phase de construction

17.5.1 Impacts

17.5.1.1 Description des impacts

► Risques d'accidents et nuisances

Les nuisances liées au bruit, émissions atmosphériques, eaux usées, déchets ainsi que les risques d'accident ont été traités dans les chapitres respectifs :

- Chapitre 6 : Climat et qualité de l'air et
- Chapitre 7 : Bruit et vibrations
- Chapitre 10 : **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**
- Chapitre 11 : Déchets solides et matières dangereuses
-
- Chapitre 13 : Trafic et transport

En phase de chantier, des risques de déversement de carburants ou produits polluants peuvent impacter les habitants avoisinants le site du projet, en particulier les ménages situés à la limite nord du site. Les risques de déversement peuvent affecter potentiellement les eaux souterraines.

► Afflux de la main d'œuvre

Pendant la phase de construction, le projet privilégiera l'embauche de la main d'œuvre locale notamment pour les emplois non qualifiés. Cependant, il se peut qu'il y ait un afflux important de travailleurs provenant d'autres régions du pays ainsi que de l'étranger.

Cet afflux de main-d'œuvre étrangère est une source :

- De conflits avec la population locale
- Exposition de la communauté aux maladies
- Augmentation du risque de comportement illicite et de criminalité
- Risques liés au développement de constructions illégales
- Violence sexiste

► Conflits locaux

L'embauche d'employés étrangers (à la région et/ou au pays) peut être une source de conflits avec la population locale qui peut se sentir exclue du processus d'embauche.

Ce risque est important tant dans la phase de construction que dans la phase d'exploitation.

► Exposition de la communauté aux maladies

L'afflux important de travailleurs étrangers et l'interaction avec la population locale présentent un risque d'exposition des communautés aux maladies contagieuses telles que les maladies sexuellement transmissibles dont le VIH/SIDA.

► Augmentation du risque de comportement illicite et de criminalité

L'afflux d'une centaine de travailleurs sur la zone ayant un niveau de revenu supérieur à la population locale peut être une cible pour une catégorie de population en marge de la société qui peuvent développer des comportements illicites et criminels. L'amélioration des conditions sociales des employés localement (amélioration de revenus, amélioration du pouvoir d'achat) peut être entraîné des déviations de comportement.

► Risque de développement de constructions illégales

La possibilité de tirer profit (emploi ou vente de biens et services) du projet peut inciter des personnes et/ou des familles à s'installer illégalement dans la zone.

Cela pourrait entraîner :

- Des problèmes d'hygiène par la production de déchets liquides et solides non pris en compte par le projet ;
- Risque de vol ;
- Des risques d'accident ;
- Des ventes de produits illicites ;
- Etc.

Ce risque est plus important pendant la phase de construction en raison du grand nombre d'employés et des besoins potentiels.

► Violence basée sur le genre

Les travailleurs de la construction sont principalement des hommes jeunes. Ceux qui sont loin de chez eux sur le chantier sont généralement séparés de leur famille et agissent en dehors de leur sphère normale de contrôle social. Cela peut conduire à des comportements inappropriés et criminels, tels que le harcèlement sexuel des femmes et des filles, l'exploitation des relations sexuelles et les relations sexuelles illicites avec des mineurs de la communauté locale. Un afflux important de main-d'œuvre masculine peut également entraîner une augmentation des relations sexuelles d'exploitation et de la traite des êtres humains, les femmes et les jeunes filles étant contraintes de se prostituer.

► Sécurité

Pendant la phase de construction, le projet nécessitera d'importants services de sécurité pour protéger le personnel et les biens des entreprises de construction. Ces dispositifs de sécurité peuvent présenter des risques à l'intérieur et à l'extérieur du site du projet. Il peut y avoir des risques d'abus de pouvoir de la part des agents de sécurité ou d'usage excessif de la force.

Tableau 128 : Santé, sûreté et sécurité des communautés – Intensité des impacts en phase de construction

Impacts	Intensité	Justification
Risques d'impact liés à des pollutions accidentelles	Faible	La présence d'engins de chantier, de réserves de carburants et/ou de lubrifiants sur site entraîne des risques de déversements ou de fuites accidentelles de ces produits polluants. Tout déversement dans le milieu naturel pourra impacter les ressources en eaux souterraines utilisées par la population et/ou les eaux superficielles et les sols pouvant être valorisés par la population en agriculture de décrue. Cependant ce risque est faible.
Conflits avec la population locale	Moyenne	L'afflux important de travailleurs étrangers peut créer des conflits avec la population locale si celle-ci estime que l'emploi local est insuffisant. Ces conflits peuvent également être causés par un manque de respect des traditions et des croyances locales.

Impacts	Intensité	Justification
Exposition de la communauté aux maladies	Moyenne	L'interaction entre la main-d'œuvre et la population locale peut entraîner la prolifération de maladies, les maladies sexuellement transmissibles constituant un risque spécifique. Le développement du COVID pourrait également constituer un risque important en cas de nouvelle pandémie
Constructions illégales	Faible	Le besoin de travail peut amener des individus et des familles sur le site dans l'espoir d'obtenir un emploi ou de fournir des biens et des services (épicerie, nourriture, etc.).
Violence fondée sur le genre	Faible	L'afflux de travailleurs étrangers peut entraîner des comportements inappropriés et criminels, tels que le harcèlement sexuel des femmes et des jeunes filles, l'exploitation des relations sexuelles et les relations sexuelles illicites avec des mineurs de la communauté locale
Conflit entre la communauté locale et le personnel de sécurité	Moyenne	Pendant la phase de construction, le projet nécessitera d'importants services de sécurité pour protéger le personnel et les biens des entreprises de construction. Ces dispositifs de sécurité peuvent présenter des risques à l'intérieur et à l'extérieur du site du projet. Il peut y avoir des risques d'abus de pouvoir de la part des agents de sécurité ou d'usage excessif de la force.

17.5.1.2 Evaluation de l'impact

Tableau 129 : Santé, sûreté et sécurité des communautés – Importance des impacts en phase de construction

Impact	Intensité	Récepteur	Sensibilité	Importance de l'impact
Risques d'impact liés à des pollutions accidentelles	Faible	Les habitants situés à proximité du site et des villages voisins (Achawaïl, Anouara).	Moyenne	Mineure
Conflits avec la population locale	Moyenne	Les habitants situés à proximité du site et des villages voisins (Achawaïl, Anouara).	Moyenne	Modérée
Exposition de la communauté aux maladies	Moyenne	Les habitants situés à proximité du site et des villages voisins (Achawaïl, Anouara).	Moyenne	Modérée
Constructions illégales	Faible	Les habitants situés à proximité du site et des villages voisins (Achawaïl, Anouara).	Moyenne	Mineure
Violence fondée sur le genre	Faible	Les habitants situés à proximité du site et des villages voisins (Achawaïl, Anouara).	Moyenne	Mineure
Conflit entre la communauté locale et le personnel de sécurité	Moyenne	Les habitants situés à proximité du site et des villages voisins (Achawaïl, Anouara).	Moyenne	Modérée

17.5.2 Mesures d'atténuation

Tableau 130 : Santé, sûreté et sécurité des communautés – Mesures d'atténuation en phase de construction

Impact	Mesures d'atténuation	Responsabilité	Calendrier
	Un plan spécifique de santé et de sécurité des communautés sera élaboré.	EPC et sous-traitants	Avant le début des travaux
	Elaborer et mettre en œuvre un plan de communication	QIT	Avant le début des travaux
Risques d'impact liés à des pollutions accidentelles	Un plan de de Préparation et réponse aux situations d'urgence sera élaboré	EPC et sous-traitants	Avant le début des travaux
Sécurité du site	Veiller à clôturer l'enceinte du chantier afin d'éviter l'accès du public et son exposition aux différents risques du chantier (chute des matériaux, inhalation des produits chimiques, brûlures, ...) Mettre en place une signalisation claire indiquant l'interdiction au public.	EPC et sous-traitants	Phase travaux
	Les personnes étrangères aux travaux ne devraient être admises à pénétrer sur le chantier que si elles sont accompagnées ou en ont reçu l'autorisation d'une personne compétente et sont munies d'un équipement de protection approprié	EPC et sous-traitants	Phase travaux
	En cas d'urgence, où la population locale court un risque, des moyens de communication et de notification devront être mise en place afin de prévenir la population locale.	EPC et sous-traitants	Phase travaux
	Informers la population locale de l'existence d'un mécanisme de gestion des doléances où les personnes affectées par le projet peuvent exprimer leurs doléances liées aux nuisances engendrées par les travaux	EPC et sous-traitants	Phase travaux
Conflits avec la population locale	Recrutement d'un Community Liaison Officer (CLO) pour faire le lien entre les acteurs du projet et la population locale. Ce CLO pourra désamorcer tout conflit entre les opérateurs du projet et la population locale.	Qair	Phase travaux
	Informers la population locale de l'existence d'un mécanisme de gestion des doléances où les personnes affectées par le projet peuvent exprimer leurs doléances liées aux nuisances engendrées par les travaux. Le mécanisme de gestion des plaintes prendra en compte les plaintes spécifiques à la Violence Basée sur le Genre.	Qair / EPC et sous-traitants	Phase travaux
	Le cas échéant, sensibiliser les travailleurs étrangers au contexte culturel de la région et à la manière dont ils doivent interagir avec les communautés locales.	EPC et sous-traitants	Phase travaux

Impact	Mesures d'atténuation	Responsabilité	Calendrier
	Mettre en place une politique de recrutement claire et transparente.	EPC et sous-traitants	Phase travaux
	Sensibilisation des communautés sur l'organisation du projet et les objectifs du projet. Sensibilisation sur la sécurité et la violence. Assurer la fonctionnalité du mécanisme de gestion des plaintes.	EPC et sous-traitants	Phase travaux
Exposition de la communauté aux maladies	La prévention des maladies (y compris les MST) sera incluse dans les programmes de formation par le biais de conférences " boîte à outils " ou de sessions de formation séparées. En cas de pandémie telle que COVID 19 ou autre, toutes les réglementations sanitaires émises par les autorités gouvernementales seront strictement respectées.	EPC et sous-traitants	Phase travaux
	Assurer un contrôle strict des interactions avec la communauté, interdiction d'interagir avec la communauté en dehors d'actions de travail spécifiques.	EPC et sous-traitants	Phase travaux
Constructions illégales	Les installations informelles ou clandestines seront surveillées par le personnel de sécurité sur place et signalées aux autorités compétentes.	EPC et sous-traitants	Phase travaux
	Les forces de sécurité publique locales devront s'occuper des immigrants illégaux qui s'installent conformément aux exigences nationales.	EPC et sous-traitants	Phase travaux
Violence basée sur le genre	Mettre en place un système de prévention et de traitement des VGB	EPC et sous-traitants	Avant la phase travaux
	Sensibiliser les travailleurs aux problèmes de violence basée sur le genre.	EPC et sous-traitants	Phase travaux
	Les installations de chantier devront prendre en compte le critère du genre (toilettes et sanitaires spécifiques femmes), transport.	EPC et sous-traitants	Phase travaux
	S'assurer que les femmes puissent avoir un moyen de transport sécurisé.	EPC et sous-traitants	Phase travaux
Conflit entre la communauté locale et le personnel de sécurité	Le plan de gestion des forces de sécurité du projet devra être élaboré.	EPC et sous-traitants	Phase travaux
	Élaborer et mettre en œuvre une politique de sécurité et un code de conduite pour le personnel de sécurité qui seront conformes au manuel de bonnes pratiques de la SFI sur l'utilisation des forces de sécurité. Ce code de conduite sera conforme aux meilleures pratiques internationales, et au moins : <ul style="list-style-type: none"> Lier la sécurité et les relations communautaires ; 	EPC et sous-traitants	Phase travaux

Impact	Mesures d'atténuation	Responsabilité	Calendrier
	<ul style="list-style-type: none"> Assurer la sécurité dans le respect des droits de l'homme ; Le recours à la force doit être uniquement défensif et préventif ; Tenir compte des expériences et des perspectives uniques des femmes ; Coordonner les relations avec la communauté et mettre en place des mécanismes gestion des plaintes. 		
	Le recrutement du personnel de sécurité garantira, dans la mesure du possible, l'emploi de personnel de la région. Seuls le personnel de sécurité et les entreprises n'ayant pas commis de violations des droits de l'homme seront employés.	EPC et sous-traitants	Phase travaux
	Le fournisseur de sécurité et son personnel adhéreront au code de conduite international sur les droits de l'homme. Seuls le personnel de sécurité et les entreprises qui ne violent pas les droits de l'homme seront employés (des vérifications des antécédents judiciaires devront être effectuées).	EPC et sous-traitants	Phase travaux
	Le personnel de sécurité suivra un programme de formation spécifique qui comprendra au moins des informations sur la manière de pratiquer les principes volontaires des Nations unies sur la sécurité et les droits de l'homme, le contexte culturel de la région et de la main-d'œuvre (principaux groupes), la manière dont il doit interagir avec les communautés et les travailleurs locaux	EPC et sous-traitants	Phase travaux
	La sécurité sera conforme au manuel de bonnes pratiques de la SFI	EPC et sous-traitants	Phase travaux

17.5.3 Impacts résiduels

Tableau 131 : Santé, sûreté et sécurité communautaires – Importance de l'impact résiduel – Phase de construction

Impact	Récepteur sensible	Importance	Atténuation	Importance de l'impact résiduel
Risques d'impact liés à des pollutions accidentelles	Les habitants situés à proximité du site et des villages voisins (Achawaïl, Anouara).	Mineure	Oui	Négligeable
Conflits avec la population locale	Les habitants situés à proximité du site et des villages voisins (Achawaïl, Anouara).	Modérée	Oui	Mineure

Impact	Récepteur sensible	Importance	Atténuation	Importance de l'impact résiduel
Exposition de la communauté aux maladies	Les habitants situés à proximité du site et des villages voisins (Achawaïl, Anouara).	Modérée	Oui	Mineure
Constructions illégales	Les habitants situés à proximité du site et des villages voisins (Achawaïl, Anouara).	Mineure	Oui	Négligeable
Violence fondée sur le genre	Les habitants situés à proximité du site et des villages voisins (Achawaïl, Anouara).	Mineure	Oui	Négligeable
Conflit entre la communauté locale et le personnel de sécurité	Les habitants situés à proximité du site et des villages voisins (Achawaïl, Anouara).	Modérée	Oui	Mineure

17.6 Impacts et mesures en phase d'exploitation

17.6.1 Impacts

17.6.1.1 Description des impacts

Les impacts sur la santé et la sécurité de la population durant l'exploitation de la centrale solaire de Lamadji sont examinés dans les chapitres précédents de la présente étude notamment :

- Chapitre 6 : Climat et qualité de l'air et
- Chapitre 7 : Bruit et vibrations
- Chapitre 10 : **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**
- Chapitre 11 : Déchets solides et matières dangereuses
-

Chapitre 13 : Trafic et transport En phase exploitation, outre les risques déjà identifiés en phase de construction concernant les conflits avec la population locale, l'exposition de la communauté aux maladies, les conflits avec le personnel de sécurité, les risques de violence basée sur le genre, s'ajoutent les risques électromagnétiques liés à la présence de la ligne 15 kV et les risques incendie.

Impact électromagnétique

Tout courant électrique génère un champ électrique et un champ magnétique autour des câbles qui transportent le courant et près des appareils alimentés par ce courant.

- **Le champ électrique** provient de la tension électrique. Elle se mesure en volts par mètre (V/m) et est arrêtée par des matériaux courants comme le bois ou le métal. L'intensité des champs électriques générés autour des appareils ménagers est d'environ 500 V/m.
- **Le champ magnétique** provient du courant électrique. Il se mesure en tesla (T) et traverse facilement les matériaux. Lorsqu'ils sont générés par des appareils ménagers, ils dépassent rarement 150 mT à proximité.

L'amplitude des champs électriques et magnétiques est directement liée à l'amplitude de la tension et du courant impliqués : plus la tension et le courant sont élevés, plus l'amplitude des champs électriques et magnétiques sont élevées. L'amplitude des champs électriques et magnétiques dépend également de la nature des tensions et des courants et varie donc d'un appareil à l'autre. Les lignes électriques génèrent des champs électriques et magnétiques lors du transport de l'électricité.

Les champs électromagnétiques peuvent avoir des conséquences sur la santé. Les champs électromagnétiques peuvent avoir des effets, directs ou indirects, sur la plupart des systèmes physiologiques.

L'organisation mondiale de la santé a fixé des seuils d'exposition du public à ne pas dépasser :

- champs électriques (max. 5 000 V/m) et
- magnétiques (max. 100 μT)

Les valeurs des champs électromagnétiques selon l'amplitude de la tension et la distance sont présentées dans les Figure 75 et Figure 76.

Figure 75 : Valeurs des champs magnétiques des lignes électriques

Tension	Champs magnétiques sous les conducteurs	Champs magnétiques à 30 m	Champs magnétiques à 100 m
Très haute tension 400 kV	Jusqu'à 20 μT	3,5 μT	1 μT
Très haute tension 225 kV	8 μT	1 μT	0,3 μT
Haute tension 90 kV	3 μT	0,3 μT	0,1 μT
Moyenne tension 20 kV	1 μT	0,05 μT	-
Basse tension 230/400V	2 μT	0,1 μT	-

Source : Les sources de rayonnements électromagnétiques – Conseil d'expert

Figure 76 : Valeurs des champs électriques des lignes électriques

Tension	Champs électriques sous les conducteurs	Champs électriques à 30 m	Champs électriques à 100 m
Très haute tension 400 kV	4 000 V/m	250 V/m	15 V/m
Très haute tension 225 kV	2 000 V/m	100 V/m	6 V/m
Haute tension 90 kV	800 V/m	40 V/m	2 V/m
Moyenne tension 20 kV	250 V/m	8 V/m	-
Basse tension 230 V	30 V/m	-	-

Source : Les sources de rayonnements électromagnétiques – Conseil d'expert

Pour une ligne de 20 kV les valeurs seuils sont respectées quel que soit la distance à ligne.

Risque incendie

Des augmentations de température au niveau des équipements électriques et des batteries peuvent être à l'origine d'incendies.

La centrale sera équipée de système de détection incendie. Le risque est faible.

Tableau 132 : Santé, sûreté et sécurité des communautés – Intensité des impacts en phase d'exploitation

Impacts	Intensité	Justification
Impacts des champs magnétiques	Négligeable	Les champs électromagnétiques de la ligne électrique sont inférieurs aux seuils fixés par l'Organisation Mondiale de la santé
Conflits avec la population locale	Faible	La présence de travailleurs étrangers peut créer des conflits avec la population locale. Ces conflits peuvent également être causés par un manque de respect des traditions et des croyances locales. Le nombre de travailleurs sera plus réduit qu'en phase de construction.
Exposition de la communauté aux maladies	Faible	L'interaction entre la main-d'œuvre et la population locale peut entraîner la prolifération de maladies, les maladies sexuellement transmissibles constituant un risque spécifique. Le nombre sera plus réduit qu'en phase de construction.
Constructions illégales	Négligeable	L'offre de main-d'œuvre et le besoin de biens ou de services seront limités.
Violence basée sur le genre	Faible	L'afflux de travailleurs peut entraîner des comportements inappropriés et criminels, tels que le harcèlement sexuel des femmes et des jeunes filles, l'exploitation des relations sexuelles et les relations sexuelles illicites avec des mineurs de la communauté locale. Le nombre sera très réduit par rapport à la phase de construction.
Conflit entre la communauté locale et le personnel de sécurité	Faible	Pendant la phase d'exploitation, le projet nécessitera des services de sécurité pour contrôler l'accès au site. Ces dispositifs de sécurité peuvent présenter des risques à l'intérieur et à l'extérieur du site du projet. Il peut y avoir des risques d'abus de pouvoir de la part des agents de sécurité ou d'usage excessif de la force.
Risque incendie	Faible	Les équipements électriques y compris le système de stockage par batterie peuvent être à l'origine d'incendie en cas de dysfonctionnements.

17.6.1.2 Evaluation de l'impact

Tableau 133 : Santé, sûreté et sécurité communautaires – Importance des impacts en phase d'exploitation

Impact	Intensité	Récepteur	Sensibilité	Importance de l'impact
Impacts des champs magnétiques	Négligeable	Les habitants situés à proximité du site et des villages voisins (Achawaïl, Anouara).	Moyenne	Négligeable
Conflits avec la population locale	Faible	Les habitants situés à proximité du site et des	Moyenne	Mineure

Impact	Intensité	Récepteur	Sensibilité	Importance de l'impact
		villages voisins (Achawaïl, Anouara).		
Exposition de la communauté aux maladies	Négligeable	Les habitants situés à proximité du site et des villages voisins (Achawaïl, Anouara).	Moyenne	Négligeable
Constructions illégales	Faible	Les habitants situés à proximité du site et des villages voisins (Achawaïl, Anouara).	Moyenne	Mineure
Violence fondée sur le genre	Faible	Les habitants situés à proximité du site et des villages voisins (Achawaïl, Anouara).	Moyenne	Mineure
Conflit entre la communauté locale et le personnel de sécurité	Négligeable	Les habitants situés à proximité du site et des villages voisins (Achawaïl, Anouara).	Moyenne	Négligeable
Risques incendies	Faible	Les habitants situés à proximité du site et des villages voisins (Achawaïl, Anouara).	Moyenne	Négligeable

17.6.2 Mesures d'atténuation

Tableau 134 : Santé, sûreté et sécurité des communautés – Mesures d'atténuation en phase d'exploitation

Impact	Mesures d'atténuation	Responsabilité	Calendrier
	Un plan spécifique de santé et de sécurité des communautés sera élaboré.	EPC / QIT	Avant la phase d'exploitation.
Conflits avec la population locale	Établir un mécanisme de gestion des griefs, le présenter lors de la consultation publique et le diffuser auprès de la population.	EPC / QIT	De la phase de développement à la phase opérationnelle
	Recrutement d'un Community Liaison Officer (CLO) pour faire le lien entre les acteurs du projet et la population locale. Ce CLO pourra désamorcer tout conflit entre les opérateurs du projet et la population locale.	EPC / QIT	Depuis la phase de développement du projet
	Le cas échéant, sensibiliser les travailleurs étrangers au contexte culturel de la région et à la manière dont ils doivent interagir avec les communautés locales.	EPC / QIT	Phase d'exploitation

Impact	Mesures d'atténuation	Responsabilité	Calendrier
	Mettre en place une politique de recrutement claire et transparente.	EPC / QIT	Phase d'exploitation
Exposition de la communauté aux maladies	La prévention des maladies (y compris les MST) sera incluse dans les programmes de formation par le biais de conférences " boîte à outils " ou de sessions de formation séparées. En cas de pandémie telle que COVID 19 ou autre, toutes les réglementations sanitaires émises par les autorités gouvernementales seront strictement respectées	EPC / QIT	Phase d'exploitation
	Assurer un contrôle strict des interactions avec la communauté, interdiction d'interagir avec la communauté en dehors d'actions de travail spécifiques.	EPC / QIT	Phase d'exploitation
Constructions illégales	Les établissements informels ou clandestins seront surveillés par le personnel de sécurité sur place et signalés aux autorités compétentes	EPC / QIT	Phase d'exploitation
	Les forces locales de sécurité publique seront tenues de s'occuper des immigrants illégaux qui s'installent conformément aux exigences nationales.	EPC / QIT	Phase d'exploitation
Violence basée sur le genre	Sensibiliser les travailleurs aux problèmes de violence sexuelle. Un plan d'action genre sera élaboré.	EPC / QIT	Phase d'exploitation
Conflit entre la communauté locale et le personnel de sécurité	Le plan de gestion des forces de sécurité du projet aura été élaboré	EPC / QIT	Avant la phase d'exploitation
	Élaborer et mettre en œuvre une politique de sécurité et un code de conduite pour le personnel de sécurité qui seront conformes au manuel de bonnes pratiques de la SFI sur l'utilisation des forces de sécurité. Ce code de conduite sera conforme aux meilleures pratiques internationales, et au moins : <ul style="list-style-type: none"> • Lier la sécurité et les relations communautaires ; • Assurer la sécurité dans le respect des droits de l'homme ; • Le recours à la force doit être uniquement défensif et préventif ; • Tenir compte des expériences et des perspectives uniques des femmes ; • Coordonner les relations avec la communauté et mettre en place des mécanismes de plainte. 	EPC / QIT	Phase d'exploitation
	Le recrutement du personnel de sécurité garantira, dans la mesure du possible, l'emploi de personnel de la région. Seuls le personnel de sécurité et les entreprises n'ayant pas commis de violations des droits de l'homme seront employés.	EPC / QIT	Phase d'exploitation

Impact	Mesures d'atténuation	Responsabilité	Calendrier
	Le personnel de sécurité suivra un programme de formation spécifique qui comprendra au moins des informations sur la manière de pratiquer les principes volontaires des Nations unies sur la sécurité et les droits de l'homme, le contexte culturel de la région et de la main-d'œuvre (principaux groupes), la manière dont il doit interagir avec les communautés et les travailleurs locaux	EPC / QIT	Phase d'exploitation
	La sécurité sera conforme au manuel de bonnes pratiques de la SFI	EPC / QIT	Phase d'exploitation
Risques incendie	Le site/les locaux de construction doivent être conçus de manière à prévenir les départs d'incendie par la mise en œuvre des codes d'incendie applicables aux secteurs de la construction.	EPC / QIT	Phase d'exploitation
	Appliquer les mesures essentielles de prévention des incendies, telles que : Équiper les installations de détecteurs d'incendie, de systèmes d'alarme et de matériel de lutte contre l'incendie. L'équipement doit être maintenu en bon état de fonctionnement et être facilement accessible. Il doit être adapté aux dimensions et à l'utilisation des locaux, aux équipements installés, aux propriétés physiques et chimiques des substances présentes et au nombre maximal de personnes présentes.	EPC / QIT	Phase d'exploitation
	Fourniture d'équipements manuels de lutte contre l'incendie facilement accessibles et simples à utiliser.	EPC / QIT	Phase d'exploitation

17.6.3 Impacts résiduels

Tableau 135 : Santé, sûreté et sécurité communautaires – Importance de l'impact résiduel – Phase d'exploitation

Impact	Récepteur sensible	Importance	Atténuation	Importance de l'impact résiduel
Impacts des champs magnétiques	Les habitants situés à proximité du site et des villages voisins (Achawaïl, Anouara).	Négligeable	Oui	Insignifiante
Conflits avec la population locale	Les habitants situés à proximité du site et des villages voisins (Achawaïl, Anouara).	Mineure	Oui	Insignifiante

Impact	Récepteur sensible	Importance	Atténuation	Importance de l'impact résiduel
Exposition de la communauté aux maladies	Les habitants situés à proximité du site et des villages voisins (Achawaïl, Anouara).	Négligeable	Oui	Insignifiante
Constructions illégales	Les habitants situés à proximité du site et des villages voisins (Achawaïl, Anouara).	Mineure	Oui	Insignifiante
Violence basée sur le genre	Les habitants situés à proximité du site et des villages voisins (Achawaïl, Anouara).	Mineure	Oui	Insignifiante
Conflit entre la communauté locale et le personnel de sécurité	Les habitants situés à proximité du site et des villages voisins (Achawaïl, Anouara).	Négligeable	Oui	Insignifiante
Risques incendie	Les habitants situés à proximité du site et des villages voisins (Achawaïl, Anouara).	Négligeable	Oui	Insignifiante

18. Évaluation des impacts environnementaux et sociaux du projet lors de la phase de démantèlement

18.1 Introduction

La centrale sera exploitée pour une durée de 20 ans par QIT puis transférée à l'état tchadien.

Au terme de la période d'exploitation, deux cas sont possibles : le démantèlement de la centrale solaire ou la poursuite de la production avec de nouveaux équipements.

Les impacts en phase de démantèlement sont généralement similaires à ceux en phase des travaux et concernent les différents éléments des milieux (Physique, socio-économique et naturel).

La démantèlement devra être pris en charge par l'état tchadien.

18.2 Méthodologie

Ce chapitre est développé selon les exigences de performance environnementales et sociales de la SFI qui invitent le client à évaluer les impacts du projet le long des étapes importantes de son cycle. L'évaluation des impacts du projet durant la phase de démantèlement se basera dans un premier temps sur la description des composantes du projet et les activités de déconstruction constituant une source d'impact environnemental et social importante. Le processus de déconstruction et de démantèlement comprendra essentiellement :

- Démontage des panneaux photovoltaïques ;
- Déterrement et concassage des fondations puis remblaiement des tranchées ;
- Déterrement des câbles d'alimentation et de raccordement électrique puis fermeture des tranchées ;
- Déconstruction des locaux techniques ;
- Démontage des clôtures ;
- Évacuation des postes de transformation vers d'autres sites éventuellement en construction ;
- Démantèlement du système de stockage d'énergie ;
- Tri spécifique des déchets de chantier et recyclage des panneaux et batteries ;
- Remise en état du site pour permettre à la végétation de prendre place.

18.3 Récepteurs sensibles

Comme en phase des travaux, les récepteurs sensibles durant la phase de démantèlement peuvent se résumer comme suit :

Tableau 136 : Phase de démantèlement– Récepteurs sensibles

Récepteurs	Sensibilité	Justification
Emploi de la population locale / emploi	Forte	Durant la phase de démantèlement comme en phase de construction, l'emploi de la main d'œuvre locale sera privilégié. La procédure de recrutement et la gestion des ressources humaines devront être basées sur les principes de l'équité et la transparence tout en garantissant l'égalité des chances et la non-discrimination.
Santé et sécurité de la population locale / santé sécurité	Moyenne	Au cours des travaux de démantèlement de la centrale solaire Lamadji, la population locale pourra être soumise à des risques liés à leur santé ou leur sécurité (risques d'accidents, soulèvement des poussières, ...)
Santé et sécurité des travailleurs	Moyenne	Comme en phase des travaux, le démantèlement nécessitera un nombre important des travailleurs. Ces travailleurs pourront être exposés à des risques et

Récepteurs	Sensibilité	Justification
		des dangers qui sont liés aux différentes activités lors de l'évacuation des différentes composantes de la centrale.
Eléments du milieu physique (sol, eau, air, ...)	Faible	La qualité de l'air pourra être affectée par les gaz d'échappement résultant de la circulation des engins de démantèlements et les véhicules d'évacuation des différents déchets/ composantes. Contrairement à la phase de construction, les travaux de démantèlement des fondations, des routes d'accès au sein de la centrale, et des lignes sont plus superficiels. En outre, la remise en état du site aura plutôt un impact positif sur le sol et la topographie et augmentera la perméabilité du sol et l'infiltration des eaux. Cependant des éléments polluants (huiles des transformateurs, batteries usagées, etc.) pourraient contaminer les sols avec des infiltrations dans les eaux souterraines ou contaminer les eaux superficielles par ruissellement.
Eléments du milieu naturel	Faible	Les travaux de décomposition et de destruction de la centrale thermique pourront influencer négativement le milieu naturel notamment la végétation ceci sera plus accentué par le déplacement des engins et la présence d'un nombre plus important des travailleurs sur le site.
Infrastructures et équipements	Moyenne	Une pression sur les infrastructures de base notamment les routes, sera plus importante en phase de démantèlement suite au transport des matériaux décomposés et l'évacuation des déchets inertes vers les endroits appropriés.

18.4 Impacts et mesures en phase de démantèlement

18.4.1 Impacts

18.4.1.1 Description des impacts

Les impacts dus au démantèlement du projet sont globalement similaires à ceux du chantier de construction. En effet, en plus des impacts déjà mentionnés et qui sont liés à la phase de construction (terrassment, déplacement de terre, compactage du sol, risque de pollution accidentelle, etc.), il y a également la gestion des déchets issus du démantèlement du projet.

Tableau 137 : Intensité des impacts en phase de démantèlement

Impacts	Intensité	Justification
Création d'emploi	Forte/Positif	Le projet devrait offrir des possibilités d'emploi aux villageois et aux résidents locaux. Le démantèlement du projet nécessitera des mises en œuvre similaires à celles de la phase de construction et aura des effets socio-économiques importants.
Risques pour la santé et sécurité de la population locale	Moyenne/Négatif	Lors des travaux de démantèlement, la population locale pourra être soumise à des risques en matière de santé et de sécurité lors des phases de démantèlement (risque d'accidents de la route, soulèvement de poussières...).
Risques pour la santé et sécurité des travailleurs	Moyenne/Négatif	Comme pour la phase de construction, le démantèlement nécessitera un grand nombre de travailleurs. Ces travailleurs pourront être exposés à des risques et dangers liés aux différentes activités lors du démantèlement et de l'élimination des différentes composantes du projet.

Impacts	Intensité	Justification
		Ces dangers peuvent être physiques, chimiques, biologiques et radiologiques ou des dangers spécifiques aux femmes (harcèlement sexuel, abus sexuel).
Dégradation de la qualité de l'air	Faible/Négatif	Comme pour la phase de construction, la phase de démantèlement nécessitera l'utilisation d'engins de travaux et de transport. Ajoutées aux processus industriels liés au recyclage des matériaux, ces activités seront émettrices de gaz à effet de serre. Toutefois, les quantités émises seront négligeables en comparaison du bilan positif de l'exploitation.
Bruit	Faible/Négatif	L'augmentation des niveaux de trafic est susceptible d'entraîner une augmentation sensible des niveaux de bruit en raison de l'enlèvement et de l'élimination des déchets ou des composants.
Dégradation de la qualité des sols et des ressources en eau superficielles	Faible/Négatif	Les effets liés à la modification des coefficients d'infiltration de l'eau dans le sol au niveau des emprises de la centrale thermique seront nuls par le démantèlement et la remise en état du site. Les risques de dégradation de la qualité des eaux sont les mêmes que pour la phase de travaux (hormis le risque de rejet des eaux de rinçage des bétonnières qui sera nul). Les impacts du démantèlement sur le sol et les eaux superficielles seront donc négatifs faibles.
Milieu biologique	Forte/Positif	Les impacts du chantier de démantèlement sur le milieu naturel seront relativement similaires à ceux de la phase de construction, puisque les engins qui seront présents seront globalement les mêmes, hormis les camions toupies à béton. Cependant, après la phase de démantèlement, on procédera à la restauration initiale et à l'intégration paysagère.
Réseaux et infrastructures	Moyenne/Négatif	Les impacts sur la voirie et le ralentissement du trafic routier seront similaires à ceux de la phase construction donc négatifs faibles mais temporaires. Les voies détériorées devront nécessairement être réaménagées
Gestion des déchets	Moyenne/Négatif	Bien que tous les déchets soient récupérés et retirés du site pour être traités dans les flux de déchets appropriés, la création de déchets dans le cadre du démantèlement aura un impact négatif modéré

18.4.1.2 Evaluation des impacts

Tableau 138 : Importance des Impacts en phase de démantèlement

Impact	Intensité	Récepteur	Sensibilité	Importance de l'impact
Création d'emploi	Forte/Positif	Population locale / emploi	Forte	Majeure/Positif
Santé et sécurité de la population locale	Moyenne/Négatif	Population locale / santé sécurité	Moyenne	Modérée/Négatif

Impact	Intensité	Récepteur	Sensibilité	Importance de l'impact
Santé et sécurité des travailleurs	Moyenne/Négatif	Travailleurs	Moyenne	Modérée/Négatif
Impact sur la qualité de l'air	Faible/Négatif	Eléments du milieu physique (sol, eau, air, ...)	Faible	Négligeable/Négatif
		Population locale / santé sécurité	Moyenne	Mineure/Négatif
		Travailleurs	Moyenne	Mineure/Négatif
Bruit	Faible/Négatif	Population locale / santé sécurité	Moyenne	Mineure/Négatif
		Travailleurs	Moyenne	Mineure/Négatif
Impacts sur le sol et les ressources en eau superficielles	Faible/Négatif	Eléments du milieu physique (sol, eau, air, ...)	Faible	Négligeable/Négatif
Milieu biologique	Forte/Positif	Eléments du milieu naturel	Faible	Modérée/Positif
Réseaux et infrastructures	Moyenne/Négatif	Infrastructures et équipements	Moyenne	Modérée/Négatif
		Population locale / santé sécurité	Moyenne	Modérée/Négatif
Gestion des déchets	Moyenne/Négatif	Eléments du milieu physique (sol, eau, air, ...)	Faible	Mineure/Négatif
		Travailleurs	Moyenne	Modérée/Négatif

18.4.2 Mesures d'atténuation

Tableau 139 : Mesures d'atténuation en phase de démantèlement

Impact	Mesures d'atténuation	Responsabilité	Calendrier
	Préparer un plan de santé et de sécurité au travail conforme à la réglementation tchadienne, aux conventions de l'OIT et aux directives générales ESS de la SFI (2007).	Exploitant	Phase de démantèlement
	Préparer un plan de préparation et de réponse aux situations d'urgence.	Exploitant	Phase de démantèlement
	Le plan de démantèlement doit prendre en considération les zones critiques à proximité du site et prendre des mesures avec les autorités	Exploitant	Phase de démantèlement

Impact	Mesures d'atténuation	Responsabilité	Calendrier
	gouvernementales compétentes pour assurer la protection de ces environnements		
	Disposer d'un plan d'urgence pour faire face aux défaillances et incidents imprévus.	Exploitant	Phase de démantèlement
Création d'emploi	L'exploitant préparera un plan de recrutement et de gestion des ressources humaines afin d'anticiper les différents besoins en fonction des profils et des qualifications requises.	Exploitant	Phase de démantèlement
	Pendant la phase de démantèlement, le projet visera à employer des travailleurs locaux (communaux, provinciaux et régionaux) dans la mesure du possible et en fonction des tâches à accomplir. Toutes les opportunités d'emploi non spécialisées seront proposées aux résidents locaux avant d'embaucher des employés d'autres régions lorsque cela est possible. L'emploi des femmes et des groupes vulnérables sera spécifiquement ciblé et privilégié dans la mesure du possible.	Exploitant	Phase de démantèlement
	Afin d'assurer la transparence du processus de recrutement, toutes les offres/demandes d'emploi seront canalisées par l'agence chargée de l'emploi.	Exploitant	Phase de démantèlement
	Des informations seront fournies aux différents partenaires pour les informer de ce processus de recrutement.	Exploitant	Phase de démantèlement
	Établir et mettre en œuvre une politique de recrutement et veiller à ce que les mesures nécessaires pour atténuer les effets négatifs des conditions de travail et d'emploi soient mises en œuvre (par exemple, travail des enfants et travail forcé, exploitation, heures supplémentaires excessives, rémunération insuffisante, harcèlement, conditions de vie et de Travail dangereuses).	Exploitant	Phase de démantèlement
	Prévoir un mécanisme de réclamation pour les employés et un plan d'action pour y répondre.	Exploitant	Phase de démantèlement
	L'exploitant doit fournir aux travailleurs des informations, étayées par une documentation claire et facilement compréhensible, sur leurs droits en vertu de la législation nationale du travail et de l'emploi, y compris leurs droits concernant le travail, les heures, les salaires, les heures supplémentaires, la rémunération et les avantages sociaux, au début de la relation de travail et à chaque fois que des changements importants sont apportés.	Exploitant	Phase de démantèlement
	L'exploitant fonde les relations de travail sur l'égalité des chances et de traitement et ne discrimine aucun groupe social (y compris les femmes).	Exploitant	Phase de démantèlement
Santé et sécurité de la population locale	Mettre en place un programme de communication pour informer la population des activités de travaux (horaire, lieu, durée) par le biais d'une signalétique.	Exploitant	Phase de démantèlement

Impact	Mesures d'atténuation	Responsabilité	Calendrier
	Veillez à ce que le site soit clôturé pour éviter l'accès du public et son exposition aux différents risques du site (chute de matériaux, inhalation de produits chimiques, brûlures, etc.)	Exploitant	Phase de démantèlement
	Mettez en place une signalisation claire indiquant les zones interdites au public.	Exploitant	Phase de démantèlement
	Informez les opérateurs de machines et les conducteurs des normes de sécurité à respecter en permanence.	Exploitant	Phase de démantèlement
Santé et sécurité des travailleurs	S'assurer que tout le personnel a suivi les consignes de sécurité pendant les travaux et qu'il porte les EPI nécessaires.	Exploitant	Phase de démantèlement
	S'assurer que l'ensemble du personnel respecte le plan de sécurité.	Exploitant	Phase de démantèlement
	La nécessité de disposer de matériel d'extinction supplémentaire (extincteurs, réservoirs équipés pour l'extinction des incendies) autre que celui acquis pendant la phase d'exploitation sera évaluée par l'exploitant.	Exploitant	Phase de démantèlement
Impact sur la qualité de l'air	Maintenir les véhicules et les machines en bon état de marche afin de minimiser les émissions de gaz d'échappement et le bruit.	Exploitant	Phase de démantèlement
	Restreindre le nombre de voies de circulation et limiter le déplacement des machines aux zones de travail et aux accès balisés.	Exploitant	Phase de démantèlement
Bruit	Maintenir les véhicules et les machines en bon état de marche afin de minimiser le bruit	Exploitant	Phase de démantèlement
	Utilisation d'équipements conformes aux normes acoustiques.	Exploitant	Phase de démantèlement
	Restreindre le nombre de voies de circulation et limiter le déplacement des machines aux zones de travail et aux accès balisés	Exploitant	Phase de démantèlement
Impacts sur le sol et les ressources en eau superficielles	Réglementez strictement la circulation des machines lourdes.	Exploitant	Phase de démantèlement
	Planifier les travaux de démantèlement en dehors de la saison des pluies.	Exploitant	Phase de démantèlement
	Évitez un décompactage complet des pistes qui pourrait générer de nouveaux processus d'érosion.	Exploitant	Phase de démantèlement
	Entretenez et faites le plein des engins et véhicules de chantier dans une zone prévue à cet effet.	Exploitant	Phase de démantèlement
	Prévoyez une contamination accidentelle avec un plan d'intervention d'urgence en cas de déversement accidentel.	Exploitant	Phase de démantèlement
Milieu biologique	Les emprises du démantèlement de chaque composante du projet devront être remises en état : décompacter les zones utilisées par les engins d'excavation et de transport.	Exploitant	Phase de démantèlement

Impact	Mesures d'atténuation	Responsabilité	Calendrier
	La surface des plateformes de fixation des équipements sera fragmentée pour permettre une colonisation passive de la végétation.	Exploitant	Phase de démantèlement
	Éviter les zones d'impact (ainsi que le défrichage et la destruction de la végétation) en dehors de la limite d'emprise du projet.	Exploitant	Phase de démantèlement
Réseaux et infrastructures	Respectez la capacité portante des routes.	Exploitant	Phase de démantèlement
	Planifiez les activités de transport et de construction de manière à ne pas perturber la circulation.	Exploitant	Phase de démantèlement
	Nettoyer les routes empruntées par les véhicules pour éliminer toute accumulation de matériaux meubles et autres débris.	Exploitant	Phase de démantèlement
	À la fin de la phase de démantèlement, le maître d'ouvrage remettra en état les tronçons de route qu'il a endommagée.	Exploitant	Phase de démantèlement
Gestion des déchets	Concevoir et mettre en œuvre un plan de gestion des déchets solides et des eaux usées générés pendant la phase de démantèlement ; ce plan peut être la continuation de celui adopté pendant l'exploitation du projet.	Exploitant	Phase de démantèlement
	A la fin du démantèlement, le site ne doit pas contenir de liquides dangereux ou d'éléments métalliques ou électriques, visibles ou enterrés.	Exploitant	Phase de démantèlement
	Assurer le tri et le recyclage des déchets et leur acheminement vers les filières de valorisation.	Exploitant	Phase de démantèlement
	Veiller à ce que les déchets non recyclés soient éliminés dans une décharge appropriée.	Exploitant	Phase de démantèlement
	Lavage des engins de chantier dans des zones dédiées.	Exploitant	Phase de démantèlement
	Réduire au maximum la production de déchets et leur dangerosité lorsqu'elle ne peut être évitée.	Exploitant	Phase de démantèlement

18.4.3 Impacts résiduels

Tableau 140 : Importance de l'impact résiduel en phase de démantèlement

Impact	Récepteur sensible	Importance	Atténuation	Importance de l'impact résiduel
Création d'emploi	Population locale / emploi	Majeure/Positif	Oui	Majeure/Positif
Santé et sécurité de la population locale	Population locale / santé sécurité	Modérée/Négatif	Oui	Mineure
Santé et sécurité des travailleurs	Travailleurs	Modérée/Négatif	Oui	Mineure

Impact	Récepteur sensible	Importance	Atténuation	Importance de l'impact résiduel
Impact sur la qualité de l'air	Eléments du milieu physique (sol, eau, air, ...)	Négligeable/Négatif	Oui	Insignifiant
	Population locale / santé sécurité	Mineure/Négatif	Oui	Négligeable
	Travailleurs	Mineure/Négatif	Oui	Négligeable
Bruit	Population locale / santé sécurité	Mineure/Négatif	Oui	Négligeable
	Travailleurs	Mineure/Négatif	Oui	Négligeable
Impacts sur le sol et les ressources en eau superficielles	Eléments du milieu physique (sol, eau, air, ...)	Négligeable/Négatif	Oui	Insignifiant
Milieu biologique	Eléments du milieu naturel	Modérée/Positif	Oui	Modérée/Positif
Réseaux et infrastructures	Infrastructures et équipements	Modérée/Négatif	Oui	Mineure
	Population locale / santé sécurité	Modérée/Négatif	Oui	Mineure
Gestion des déchets	Eléments du milieu physique (sol, eau, air, ...)	Mineure/Négatif	Oui	Négligeable
	Travailleurs	Modérée/Négatif	Oui	Négligeable

19. Impacts cumulatifs

19.1 Introduction

Les objectifs de l'évaluation des impacts cumulatifs sont de :

- Déterminer si les impacts combinés du projet et d'autres projets/activités existants ou planifiés ainsi que des facteurs environnementaux et sociaux pourraient avoir un impact négatif sur les Composantes Environnementales ou Sociales Valorisées (CEV ou « récepteurs et ressources »).
- Développer des mesures d'atténuation et de gestion pour prévenir les effets cumulatifs négatifs. Cela peut inclure la liaison avec d'autres entités responsables de projets existants et planifiés et/ou de stratégies de gestion régionales pour discuter conjointement de la manière de gérer les risques cumulatifs lorsque ceux-ci sont hors de contrôle ou de portée du projet.

L'objectif principal de l'évaluation des impacts cumulatifs est d'identifier et de prévenir/minimiser les impacts cumulatifs causés par le projet.

19.2 Méthodologie et Champs d'Application

L'évaluation des impacts cumulatifs est réalisée conformément au document de la Société financière internationale (SFI) intitulé « *Guide de bonnes pratiques pour l'évaluation et la gestion des impacts cumulatifs : Guide pour le secteur privé dans les marchés en développement* » de la Société financière internationale (SFI).

En général, l'évaluation de l'impact cumulatif suit l'approche recommandée dans le document d'orientation de la SFI, et comprend les cinq étapes suivantes :

- Étape 1 : Identification des principales CEV susceptibles d'être soumises à des impacts cumulatifs ;
- Étape 2 : définition des limites spatiales et temporelles pertinentes ;
- Étape 3 : identification d'autres projets existants, planifiés et futurs qui peuvent causer des impacts cumulatifs ;
- Étape 4 : évaluation des impacts cumulatifs sur les CEV ; et
- Étape 5 : établissement d'un cadre de gestion des impacts cumulatifs.

19.3 Évaluation des Impacts Cumulatifs

19.3.1 Identification des CEVs Clés

Les composantes environnementales valorisées (CEV) sont des composantes environnementales et sociales qui sont valorisées par les bénéficiaires et considérées comme les récepteurs ultimes des impacts cumulés. Pour qu'une CEV soit incluse dans cette évaluation, il faut d'abord démontrer qu'elle est valorisée par au moins une partie prenante, qu'il s'agisse d'un groupe national, régional ou local, de la communauté scientifique nationale ou internationale, etc.

En ce qui concerne le projet de la centrale photovoltaïque, les CEV comprennent :

- Ressources naturelles :
 - Ressources en eau
- La mobilisation foncière

19.3.2 Définition des Limites Spatiales et Temporaires Pertinentes

Selon les CEV énumérées ci-dessus, les limites spatiales sont les suivantes :

- Les ressources en eau sont importantes au niveau de la zone. Elles sont utilisées à la fois pour l'alimentation en eau potable, l'abreuvement du bétail et l'irrigation de quelques parcelles.
- Le projet se situe dans une zone de développement urbaine de la ville de N'Djamena où le foncier peut être à la source de conflit d'usage entre le développement urbain et le développement d'infrastructures.

On s'attend à ce que les impacts cumulatifs s'étendent sur toute la période d'exploitation des projets potentiels à l'intérieur des limites spatiales. En l'absence actuelle d'identification d'autres projets de développement dans la zone les limites temporelles correspondent à la période de construction et d'exploitation du projet.

19.3.3 Identification des Autres Projets Existants, Prévus ou Futurs

Nous avons identifié deux projets en cours de développement qui sont susceptibles d'engendrer des impacts cumulatifs avec le projet de centrale solaire de Lamadji. Ces deux projets sont décrits ci-après.

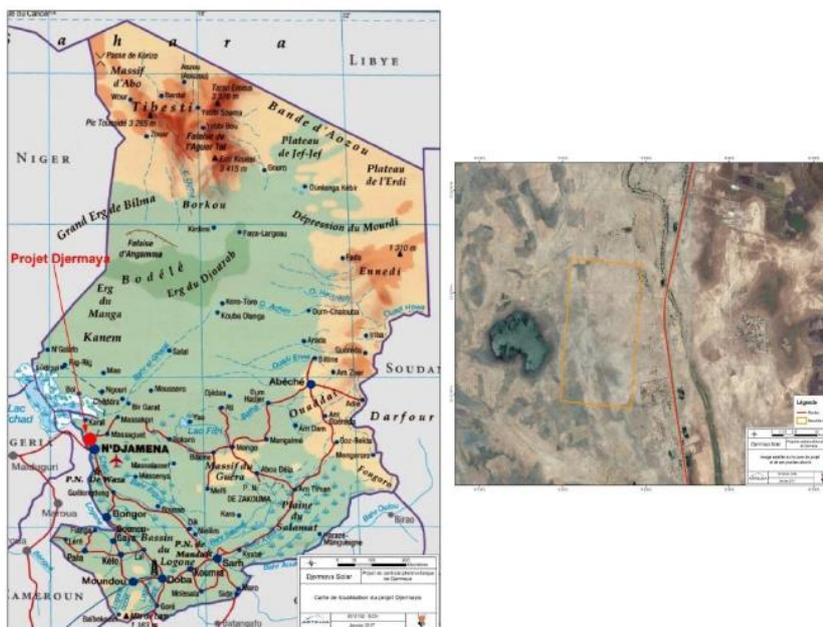
19.3.3.1 Projet de centrale solaire de CIMAF

La cimenterie CIMAF située à 4 km par voie routière du site du projet a un projet de développement d'une centrale solaire afin de contribuer à la décarbonation de la production de ciment. Cette centrale solaire occuperait une superficie de 9 ha avec une capacité de 6 MW. Nous n'avons pu avoir jusqu'à présent la localisation du site, il serait a priori à l'ouest de la cimenterie vraisemblablement au-delà du village de Achawaïl. Nous n'avons pas pu avoir accès au calendrier de développement de ce projet.

19.3.3.2 Centrale solaire de Djermaya

La centrale solaire photovoltaïque de Djermaya, dotée d'une capacité de production de 34 mégawatts et de stockage de quatre mégawattheures, sera construite à 30 kilomètres au nord de N'Djamena. L'infrastructure d'interconnexion comprend une ligne d'évacuation de 33 kilovolts (kV) de 18 kilomètres et deux transformateurs 33/90kV à la sous-station de Lamadji. Le projet est développé par InfraCo Africa, compagnie du groupe Private Infrastructure Development Group (PIDG), en partenariat avec Smart Energies.

Figure 77 : Localisation de la centrale solaire de Djermaya



Source : https://www.afdb.org/sites/default/files/documents/environmental-and-social-assessments/djermaya_solar_resume_eies_publication_actualise_17_19.pdf

19.3.4 Evaluation des Impacts Cumulatifs sur les CEV

19.3.4.1 Méthodologie

L'objectif de ces étapes du processus de l'évaluation des impacts cumulatifs est de décrire l'impact sur les ressources et les récepteurs et de déterminer l'importance potentielle d'un impact cumulatif, en tenant compte de l'ampleur du changement potentiel et de la sensibilité/vulnérabilité du récepteur à ces changements dans le contexte des actions passées, présentes et futures, et d'identifier les compromis.

La définition de l'état de référence des ressources et des récepteurs susceptibles d'être affectés par les impacts cumulatifs a été établie sur la base des données primaires et secondaires collectées.

L'évaluation de l'impact cumulatif est limitée par la disponibilité des informations sur les autres projets. A cet effet, elle sera qualitative et descriptive.

L'évaluation des impacts cumulatifs sur les CEV peut être qualifiée comme suit :

- Priorité élevée : des mesures à long terme sont nécessaires pour atténuer les impacts cumulatifs négatifs les plus importants sur les CEV auxquels le projet contribuerait ;
- Priorité moyenne : des mesures sont nécessaires à moyen terme pour atténuer les impacts cumulatifs négatifs potentiels qui pourraient se produire sur les CEV ; et
- Priorité mineure : aucune action n'est requise, car les impacts cumulatifs négatifs potentiels qui pourraient se produire sur les CEV sont considérés comme moins importants.

19.3.4.2 Evaluation des Impacts Cumulatifs

► Impacts cumulatifs sur la mobilisation foncière

La réalisation de la centrale solaire de Lamadji et celle de la cimenterie CIMAF va mobiliser une emprise foncière de l'ordre de 29 hectares (20 ha pour le projet Lamadji et 9 ha pour le projet de la cimenterie). Cette mobilisation foncière va :

- Limiter les superficies dédiées à l'urbanisation dans cette zone ;
- Potentiellement accroître la valeur foncière des terrains.

Les superficies potentielles de développement sont très importantes. La superficie de 9 ha du projet de CIMAF reste relativement limitée et ne va pas entraver le développement urbain.

Le montant et la procédure d'indemnisation étant déjà avancée pour le projet de Lamadji, elle pourra servir de référence pour la mobilisation foncière du terrain pour le projet de CIMAF.

La mobilisation foncière pour la construction de la centrale solaire de Djermaya située à une vingtaine de kilomètres n'impacte pas la mobilisation foncière de la centrale solaire de Lamadji.

► Impacts cumulatifs sur la main d'œuvre

La réalisation des deux projets situés à proximité (centrale solaire de Lamadji et centrale solaire de CIMAF) va permettre de créer des emplois et d'offrir plus d'opportunités pour la population locale surtout en phase de travaux.

En parallèle, l'augmentation de l'afflux de main d'œuvre potentiellement étrangère aux localités peut accroître les impacts liés à la santé, sécurité des communautés si les deux projets se réalisent durant la même période. Les mesures d'atténuation identifiées dans le chapitre **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** permettent d'atténuer ces impacts.

► Impacts cumulatifs sur le réseau électrique

La centrale solaire de CIMAF sera raccordée directement à la cimenterie avec un raccordement électrique indépendant. Il serait souhaitable que les deux lignes électriques soient développées sur le même côté de la route de limiter les emprises liées aux servitudes.

La centrale de Djermaya sera également raccordée sur le poste électrique de Lamadji avec la mise en place de deux transformateurs 33/90kV au niveau de la sous-station de Lamadji. La centrale de Lamadji sera connectée au jeu de barres de 15kV de la station de Lamadji. Chacune des connections est intégrée au niveau du poste de Lamadji et va donc contribuer au renforcement de la capacité du réseau.

19.4 Conclusion

La mise en œuvre des différents projets va permettre d'accroître la capacité de production d'électricité par les énergies renouvelables.

Les impacts cumulatifs négatifs sur l'afflux de main d'oeuvre peuvent être atténués avec les mesures déjà identifiées.

20. Activités de consultation des parties prenantes

La consultation des parties prenantes a démarré dès 2018 lors du démarrage de la définition du projet et la réalisation de l'étude d'impact environnemental et social locale initiale et s'est poursuivie tout au long de la phase de développement du projet comprenant la réalisation des EIES, du Plan d'Engagement des Parties Prenantes et du Plan d'Action de Réinstallation.

20.1 Consultation des parties prenantes lors des enquêtes socio-économiques

► Consultations menées dans le cadre des EIES 2018

Les données socio-économiques ont été recueillies dans le cadre des EIES réalisées en 2018 à travers les consultations publiques avec les populations et les responsables de services techniques. Ces consultations ont consisté en des réunions entre le consultant et les populations concernées, notamment celles susceptibles d'être impactées par le projet, suivant un programme préalablement établi et approuvé. Au cours de ces réunions de consultations publiques, le projet et ses impacts positifs/négatifs ainsi que les mesures d'atténuation/bonification des impacts ont été présentées aux participants pour susciter leurs réactions. Un procès-verbal (PV) de chaque réunion est dressé et cosigné par quelques représentants des populations et par le consultant. Les différents comptes-rendus sont présentés en annexe 6.

► Consultations menées dans le cadre de la mise à jour des EIES et de l'élaboration du Plan d'action de réinstallation

Dans le cadre de la réalisation de la mise à jour des études d'impact environnemental et social, du plan d'engagement des parties prenantes et de l'élaboration du Plan d'Action de Réinstallation, des enquêtes socio-économiques ainsi qu'un recensement des propriétaires des parcelles et des habitants ont été réalisées du 20 au 31 décembre 2022 pour le site de Lamadji.

A travers ces enquêtes les propriétaires et occupants des sites ont pu déclarer leur préoccupation et attentes du projet de centrale solaire de Lamadji.

Des réunions préalables d'informations avec les chefs de village et les représentants des populations ont été tenues pour les informer de l'objectif de ces études.

Des réunions ont été tenues régulièrement pour informer les représentants des populations de l'état d'avancement du recensement et discuter le processus d'indemnisation des terrains.

Les réunions suivantes ont été tenues pour le site de Lamadji :

- Réunion du 30 Novembre 2022 pour présenter l'état d'avancement du projet et le lancement des enquêtes de recensement
- Réunion du 9 mars 2023 présentant l'état d'avancement du projet et les activités à venir
- Réunion du 9 Juin 2023 : Les objectifs de cette réunion étaient :
 - Offrir une opportunité aux Personnes Affectées par le Projet (PAP) de s'impliquer et de participer à la conception et à l'élaboration du Plan d'Action de Réinstallation.
 - Recueillir les préoccupations, les attentes, les craintes et les recommandations des PAP au sujet du projet;
 - Discuter des options de compensation dans le cadre de ce projet.
- Réunion du 19 octobre 2023 présentant l'état d'avancement du projet et le tarif de compensation
- Réunion du 22 Novembre 2023 faisant suite à la réunion du 19 octobre et présentant le processus d'indemnisation avec l'élaboration d'un protocole d'accord.
- Réunion du 12 Décembre 2023 actant la signature du protocole d'accord avec les représentants de la population spécifiant le processus d'indemnisation ainsi que le tarif de compensation du terrain nu

Les différents compte-rendu sont présentés en annexe 6.

20.2 Consultations publiques concernant le Plan d'Action de Réinstallation

Selon les exigences des standards de la SFI, un processus d'information et de consultation publique doit être mis en place dans le cadre du processus d'indemnisation des propriétaires des parcelles et habitants du site.

La première étape de l'étude socio-économique et du recensement des propriétaires a fait l'objet de réunions préalables et d'échanges avec les chefs de village, les représentants des populations et la population pour les informer des objectifs du recensement et de son déroulement. Ces réunions se sont tenues avec les représentants du bureau d'étude.

La réalisation de l'enquête et du recensement a permis également d'informer les détenteurs des parcelles et les habitants sur site des différentes étapes du processus d'indemnisation.

A l'issue du recensement et de l'identification des conditions d'indemnisation, une réunion d'information publique se tiendra avec les personnes affectées par le projet, les chefs de village afin de leur présenter :

- Les résultats du recensement
- La matrice de compensation
- Le processus d'indemnisation
- Les actions d'accompagnement
- Le mécanisme de gestion des doléances

La réunion concernant le site de Lamadji s'est tenue le 13 décembre 2023. Le compte rendu est en annexe 6.

20.3 Principales attentes et craintes des parties prenantes

Les différentes réunions de consultation ont permis d'identifier les principales attentes et craintes des parties prenantes vis-à-vis du projet de la centrale solaire de Lamadji.

Tableau 141: Synthèse des attentes et craintes des Parties Prenantes de Lamadji

Calendrier	Attentes	Craintes	Modalités de prise en compte dans l'EIES
Consultations de 2018	<p>Atout pour le développement de la zone</p> <p>Demande à ce que des emplois soient offerts pour la main d'œuvre locale</p> <p>Demande le dédommagement de leurs biens</p> <p>Souhaite la construction d'une école, d'un centre de santé et l'aménagement de route.</p> <p>Mise en place d'un forage pour l'eau potable.</p>	<p>Absence de prise en compte de leurs biens lors de la mobilisation du foncier.</p>	<p>Mise en place d'une politique de recrutement transparente.</p> <p>Diffusion de l'information sur les offres au niveau local (village).</p> <p>Identification des biens et processus d'indemnisation identifié dans le cadre du Plan d'Action de Réinstallation.</p> <p>Mise en place d'un nouveau forage d'eau avec le déplacement de la mosquée.</p> <p>QIT mettra en place des actions de soutien au développement communautaire (actions</p>

Calendrier	Attentes	Craintes	Modalités de prise en compte dans l'EIES
			non encore définies à ce stade)
Réunion avec les Parties prenantes de Novembre 2022 à Septembre 2023	Le processus d'acquisition a pris beaucoup de temps. En attente du versement des indemnisation	<p>Crainte que le Ministère des Hydrocarbures et de l'Énergie soit intermédiaire dans le processus de compensation des PAP ;</p> <p>Crainte que les PAP situés en dehors des 20 Ha ne soient pas indemnisés</p> <p>Crainte que les femmes et les personnes vulnérables ne soient vraiment impliquées ;</p> <p>Risques des d'accidents liés au transport lors de la construction des infrastructures</p>	<p>Le PAR a identifié le processus d'indemnisation qui sera versée directement par QIT aux propriétaires.</p> <p>Les PAP en dehors des 20 ha ne seront pas indemnisés.</p> <p>Prise en compte des femmes et des personnes vulnérables dans le processus d'indemnisation et dans les retombées positives du projet (emploi et actions de développement)</p> <p>Mesures d'atténuation des risques d'accidents dans les mesures liées au transport.</p>
Réunion de consultation publique du PAR	<p>Les femmes souhaitent des emplois pour leurs enfants.</p> <p>Demande des équipements socio-économiques, centre de santé)</p> <p>Information sur le montant de la compensation foncière.</p>	Eligibilité des propriétaires en dehors des 20 ha.	<p>Processus de recrutement transparent.</p> <p>Diffusion de l'information sur les offres au niveau local (village).</p> <p>QIT mettra en place des actions de soutien au développement communautaire (actions non encore définies à ce stade)</p>

21. Conclusion

Les impacts environnementaux et sociaux identifiés lors des phases de travaux et d'exploitation pourront être atténués par les mesures d'atténuation proposées avec des impacts résiduels qui sont dans la totalité soit mineurs ou négligeables.

Les impacts les plus importants sont relatifs aux aspects sociaux, en particulier la mobilisation des terrains. Les autres impacts concernent essentiellement les activités de chantier avec les risques de dégradation localisés de la qualité de l'air et de l'ambiance sonore. Les activités de chantier présentent également des risques de dégradation de la qualité des sols et de pollution des eaux souterraines.

Les terrains seront indemnisés dans le respect des procédures nationales tchadiennes et en conformité avec la SO 5 de la BAD et la NP 5 de la SFI.

L'application des mesures de bonne gestion environnementale du chantier permettront de gérer les risques environnementaux et sociaux.

De par sa conception et ses objectifs d'exploitation, le parc de Lamadji constituera une référence pour les industries des énergies renouvelables au Tchad.

La mise en œuvre de ce parc solaire offrira des opportunités de développement économique et social pour l'arrondissement, la province, la région et aussi pour le Tchad.

22. BIBLIOGRAPHIE

Auteurs	Documents
Agence Nationale de la Météorologie du Tchad (ANAM)	Courbe ombro-thermique de N'Djamena de 1991-2020
Agence Nationale de la Météorologie du Tchad (ANAM)	Variation interannuelle de la pluviométrie à N'Djamena de 1991 à 2020
Agence Nationale de la Météorologie du Tchad (ANAM)	Variation journalière mensuelle de la vitesse du vent de 1991 à 2020
Agence Nationale de la Météorologie du Tchad (ANAM)	Variation de l'humidité relative de l'atmosphère à N'Djamena de 1991 à 2020
Agence Nationale de la Météorologie du Tchad (ANAM)	Évolution de la durée d'insolation moyenne/mois de 1991 à 2020
Agence Nationale de la Météorologie du Tchad (ANAM)	Évolution de la durée d'insolation moyenne journalière/mois de 1991 à 2020
Banque mondiale	Note sur le secteur de l'eau et de l'assainissement — Janvier 2019.
Aménagement d'un parc photovoltaïque au sol - Département des Landes - Commune de Morcenx - Dossier d'étude d'impact – Neoen – octobre 2016	
Analyse des effets de la zone de libre-échange du continent africain (ZLECAF) sur les conditions de vie et de travail au Tchad La recherche a été développée en coopération avec l'Organisation régionale africaine de la Confédération syndicale internationale (CSI-Afrique) et soutenue par le Centre de solidarité syndicale de Finlande (SASK).	
Effects of solar photovoltaic installation on microclimate and soil properties in UiTM 50MWac Solar Park, Malaysia. N F M Noor and A A Reeza 2022 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 1059 012031 A comparative study of the effects of photovoltaic power plants in desert and lake on the microclimate - Peidu Li, Yong Luo, Ze He, Junqing Zheng, Xin Xia, Zhouyi Liao, Xiaoqing Gao. Energy reports - Août 2023.	
Ministère de l'Energie	Plan d'Urgence d'Accès à l'Electricité (PUAE)
Office de la recherche scientifique et technique Outre-mer	Esquisse géologique des formations tertiaires et quaternaires du Tchad au 1.000.000
Organisation Mondiale de la Santé	Lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air : particules (PM2,5 et PM10), ozone, dioxyde d'azote, dioxyde de soufre et monoxyde de carbone. Résumé d'orientation - 2021
Quadran International Tchad (2019)	Topographie de la surface du terrain du projet Lamadji
Schneider et Wolff, 1992 ; Kusnir, 1995	Etude hydrogéologique et caractérisation des aquifères du Batha Est
Quadran International Tchad (2019)	Étude géotechnique donnant les profondeurs de fiche nécessaires pour des profils en acier en tant que pieux de fondation
Airports Worldwide	- N'Djamena Hassan Djamous Airport (airports-worldwide.com) - Plan de l'aéroport de N'Djamena (aeroport-ndjam)

Auteurs	Documents
DRE : Direction des Ressources en Eau du ministère de l'Hydraulique Urbaine et Rurale du Tchad (1933-1991)	Débits moyens mensuels du fleuve Chari-Logone – Période 2005-2015
Enquête Démographique et de Santé à Indicateurs Multiples – INSEED.	
Etude de faisabilité de l'amélioration du système de gestion des boues de vidanges dans trois communes de la ville de N'Djamena : Diagnostic et proposition d'un système de traitement - MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR 2IE AVEC GRADE DE MASTER SPECIALITE EAU ET ASSAINISSEMENT - Laboratoire National de l'Eau – Janvier 2020.	
Ministère des infrastructures et équipements	- Réseaux des transports en république du Tchad – Septembre 2011.
Quadran International Tchad (2019)	Compte-rendu relatif à la situation hydrologique (Risques d'inondations et d'érosion)
Quadran International Tchad (2023)	Analyse des risques d'inondation au site de Lamadji
UNICEM	Carrières, poussières et environnement, 2011.
Vounsoumna BRAHIM - Conditions de déplacements et mobilité à N'Djamena : Le cas des chefs de ménages résidant dans les 2e et 9e arrondissements - Thèse présentée et soutenue à l'Institut de géographie – Nantes Université, le 20 octobre 2022 -Unité de recherche : ESO Nantes (UMR 6590) -	

Sites internet

<https://gifex.com/>
https://www.wto.org/french/tratop_f/tpr_f/s445-06_f.pdf
<https://www.banquemondiale.org/fr/country/chad/overview>
https://www.wto.org/french/tratop_f/tpr_f/s445-06_f.pdf (fena.com).
https://www.wto.org/french/tratop_f/tpr_f/s445-06_f.pdf (fena.com).
<https://data.who.int/countries/148>
<https://www.iqair.com/fr/world-air-quality-report>
<https://iaqm.co.uk/text/guidance/construction-dust-2014.pdf>
<https://www.facebook.com/101629471592252/posts/102540111501188/>.
<https://theses.hal.science/tel-03982338>.
<https://tradeunionsinafcfta.org>

Liste bibliographique spécifique à la biodiversité

American Museum of Natural History. 2023. Amphibian Species of the World 6.1, an Online reference. <https://amphibiansoftheworld.amnh.org/>

Borrow, Nick, et Ron Demey. 2008. Guide des oiseaux d'Afrique de l'Ouest. Paris: Delachaux & Niestlé.

César, Jean, et Cyrille Chatelain. 2019. Flore illustrée du Tchad. Conservatoire et Jardin Botaniques de la Ville de Genève.

Chardonnet, Philippe, et François Lamarque. 1996. La faune sauvage du Bassin du Lac Tchad. *In* La faune sauvage du Bassin du Lac Tchad. Pp. 109-124: CIRAD, CTA.

Chirio, Laurent, et Matthew LeBreton. 2007. Atlas des Reptiles du Cameroun. Museum d'Histoire Naturelle, IRD, Paris.

GIZ. 2016. Rapport sur l'état de l'écosystème du bassin du lac Tchad. Bonn et Eschborn.

Granjon, Laurent, et Jean-Marc Duplantier. 2009. Les rongeurs de l'Afrique sahélo-soudanienne. Marseille (FRA) ; Paris: IRD ; MNHN.

IUCN. 2023. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2023. *In* <<http://www.iucnredlist.org>>. <<http://www.iucnredlist.org>>. Downloaded on 22 March 2023.

Kingdon, Jonathan, and Michael Hoffmann, eds.. 2013. Mammals of Africa. London: Bloomsbury Publishing.

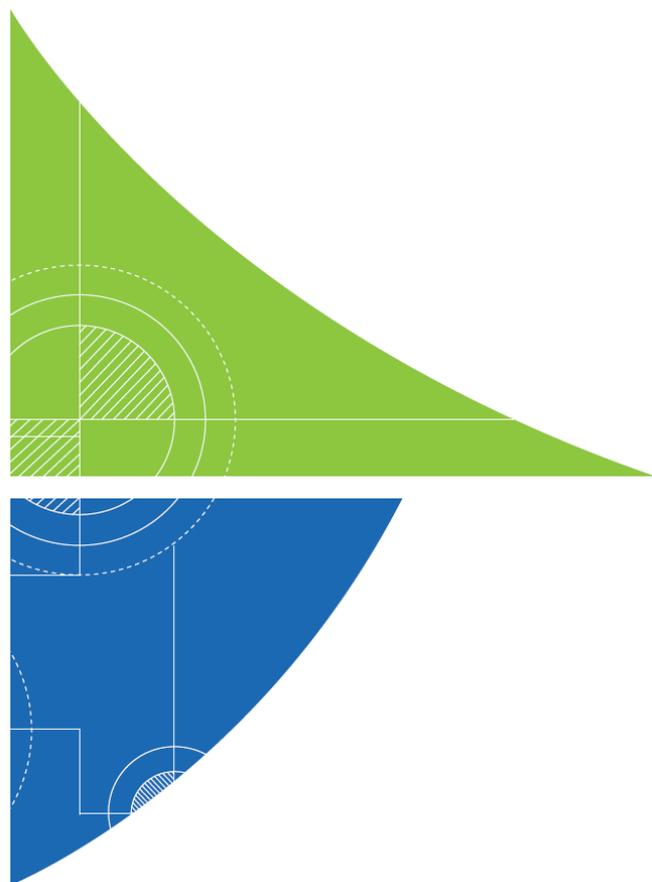
Trape, Jean-François, et Youssouph Mané. 2006. Guide des Serpents d'Afrique Occidentale. Savane et désert. Paris. IRD

Trape, Jean-François, Sébastien Trape, et Laurent Chirio. 2012. Lézards, Crocodiles et Tortues d'Afrique Occidentale et du Sahara. Marseille. IRD

Von Maydell, H.J.. 1983. Arbres et arbustes du Sahel. Leurs caractéristiques et leurs utilisations. Eschborn (Germany).

Walther, Bruno A. . 2016. A review of recent ecological changes in the Sahel, with particular reference to land-use change, plants, birds and mammals. *African Journal of Ecology* (54):268-280.

ANNEXES



Annexe 1. Permis environnemental

REPUBLIQUE DU TCHAD
PRESIDENCE DE TRANSITION
PRIMATURE
MINISTRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA PECHE
ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE
SECRETARIAT GENERAL
DIRECTION GENERALE DE L'ENVIRONNEMENT
DIRECTION DES EVALUATIONS
ENVIRONNEMENTALES ET DE LA LUTTE
CONTRE LES POLLUTIONS ET LES NUISANCES

UNITE-TRAVAIL-PROGRES



PERMIS ENVIRONNEMENTAL

N° 010/PT/PMT/MEPDD/SG/DGE/DEELCPN/23 autorisant la Société Quadran International Tchad
à mettre en œuvre le Projet d'Installation de la Centrale Photovoltaïque de 15 MW sur une superficie de 40 ha à Lamadji, dans la Ville de N'Djamena.

Je soussigné, Ministre de l'Environnement, de la Pêche et du Développement Durable, renouvelle un Permis Environnemental pour une durée de quatre (04) ans à la Société **Quadran International Tchad** représentée par son Directeur Général Monsieur Marc GALINIER, Tél.: +235 68 03 64 56, E-mail: m.galinier@qair.energy; Siège social: Avenue Charles De Gaulle, N'Djamena-Tchad, pour la mise en œuvre du **Projet d'Installation de la Centrales photovoltaïque à Lamadji, dans le 10^e Arrondissement de la Ville de N'Djamena**, tel que défini dans le rapport de l'Etude d'Impact Environnemental et Social (EIES).

Par conséquent, **Quadran International Tchad** s'engage à se conformer strictement aux dispositions des textes en vigueur, notamment:

- Les Conventions, Traités et Accords signés et/ou ratifiés par le Tchad dans le domaine de l'Environnement ;
- La Loi N°014/PR/98 du 17 août 1998 définissant les principes généraux de la protection de l'environnement, la Loi N°14/PR/08 du 10 août 2008 portant régime des forêts, de la faune et des ressources halieutiques et leurs textes d'application ;
- L'Ordonnance N°004/PR/2018 du 21 février 2018 portant Code Minier.

Le présent Permis Environnemental entre en vigueur à compter de la date de sa signature.

Fait à N'Djamena, le 05 OCT 2023



MAHAMAT ABDELKERIM HANNO

Annexe 2. Liste des espèces végétales observées

	Groupe	Nom latin	Synonymie	Endémisme	Présence	UICN
Arbres /arbustes	Arecaceae	<i>Hyphaene thebaica</i>		Afrique	gl	LC
	Mimosaceae	<i>Faidherbia albida</i>	<i>Acacia albida</i>		gl	LC
		<i>Vachellia nilotica</i> subsp <i>tomentosa</i>	<i>Acacia nilotica</i> subsp <i>tomentosa</i>		gl	LC
		<i>Acacia senegal</i>			l	
		<i>Vachellia seyal</i>	<i>Acacia seyal</i>	Afrique	l	LC
	Caesalpiaceae	<i>Bauhinia rufescens</i>		Afrique	gl	LC
	Zygophyllaceae	<i>Balanites aegyptiaca</i>		Afrique	gl	
	Asclepiadaceae	<i>Calotropis procera</i>			gl	LC
	Ulmaceae	<i>Celtis toka</i>	<i>Celtis integrifolia</i>	Afrique Ouest/centre	gl	LC
	Rhamnaceae	<i>Ziziphus mauritiana</i>			g	LC
Herbacées	Caesalpiaceae	<i>Cassia obtusifolia</i>			gl	
	Convolvulaceae	<i>Merremia aegyptia</i>			g	
	Convolvulaceae	<i>Merremia hederacea</i>			g	
	Cucurbitaceae	<i>Citrullus colocynthis</i>			l	
	Cucurbitaceae	<i>Cucumis pustulatus</i>			gl	
	Liliaceae	<i>Drimia indica</i>			l	
	Poaceae	<i>Panicum laetum</i>			gl	
	Poaceae	<i>Schoenefeldia gracilis</i>			gl	
	Araceae	<i>Pistia stratiotes</i>			gH	
	Convolvulaceae	<i>Ipomoea aquatica</i>			glH	
	Lemnaceae	<i>Lemna aquinoctialis</i>			glH	
	Mimosaceae	<i>Neptunia oleracea</i>			gH	
	Nymphaeaceae	<i>Nymphaea lotus</i>			glH	
	Poaceae	<i>Oryza barthii</i>			glH	

Présence :

g : espèce observée à Gassi

l : espèce observée à Lamadji

gl : espèce observée à Gassi et Lamadji

UICN : Statut mondial

Annexe 3. Liste des vertébrés

Les espèces potentielles et observées sont indiquées.

L'endémisme ne concerne que les espèces africaines, depuis le niveau le plus restreint (Sahel) jusqu'au niveau du continent africain.

Présence

O espèce observée.

g espèce observée à Gadj

l espèce observée à Lamadji

lg espèce observée à Gadj et Lamadji

T témoignages locaux

P espèce probable (selon bibliographie et milieu)

Pour l'avifaune

Aq espèce strictement inféodée au milieu aquatique

UICN statut UICN mondial :

par ordre de menace croissante

DD espèce non évaluée (données insuffisantes)

LC espèce non menacée

VU espèce Vulnérable

EN Espèce En Danger

CR espèce En Danger Critique

Herpétofaune

	Groupe	Nom latin	Nom français	Endémisme	Présence	Aq	UICN
Amphibiens	Anoures	<i>Sclerophrys pentoni</i>		Sahel-Soudan	P		LC
		<i>Sclerophrys xeros</i>		Sahel-Soudan	P		LC
		<i>Hoplobatrachus occipitalis</i>		Afrique	Og		LC
		<i>Hemisis marmoratus</i>		Afrique	P		LC
		<i>Kassina senegalensis</i>		Afrique	P	aq	LC
		<i>Xenopus fishbergi</i>		Afrique	P		LC
		<i>Ptychadena trinodis</i>		Afrique	P		LC
		<i>Amnirana galamensis</i>		Afrique	P	aq	LC
Reptiles	Agamidae	<i>Agama agama</i>	Margouillat	Afrique ouest et centre	Ogl		LC
		<i>Agama paragama</i>	Agame des arbres	Sahel-Soudan	P		LC
	Chamaeleonidae	<i>Chamaeleo africanus</i>	Caméléon africain	Sahel-Soudan	P		LC
	Gekkonidae	<i>Hemidactylus angulatus</i>	Gecko commun africain	Afrique	P		LC
		<i>Ptyodactylus ragazzii</i>	Gecko palmé de Ragazzi	Afrique Ouest	P		LC
		<i>Tarentola annularis</i>	Tarente annelée	Afrique Ouest	P		LC
		<i>Tarentola ephiata</i>	Tarente arboricole	Sahel-Soudan	P		LC
	Lacertidae	<i>Acanthodactylus guineensis</i>	Acanthodactyle de Guinée	Sahel-Soudan	p		LC
		<i>Latastia longicaudata</i>	Lézard à longue queue	Sahel-Soudan	P		LC
	Scincidae	<i>Trachylepis perrotteti</i>	Mabouya de Perrotet	Afrique Ouest	P		DD
		<i>Trachylepis quinquetaeniata</i>	Mabouya à cinq bandes	Afrique Ouest	Ogl		LC
	Varanidae	<i>Varanus exanthematicus</i>	Varan de savane	Sahel-Soudan	P		LC
	Pelomedusidae	<i>Pelomedusa subrufa olivacea</i>	Péloméduse roussâtre	Afrique Ouest et centre	P	aq	LC
		<i>Pelusios adansoni</i>	Péluse d'Adanson	Afrique Ouest et centre	P	aq	LC
	Testudinidae	<i>Kinixys belliana</i>	Cinixys de Bell	Afrique Ouest et centre	P		DD
	Typhlopidae	<i>Leptotyphlops boueti</i>	Leptotyphlops de Bouet	Sahel-Soudan	P		LC
	Boidae	<i>Gongylophis colubrinus</i>	Boa des sables d'Egypte	Afrique	P		LC
		<i>Gongylophis muelleri</i>	Boa des sables de Muller	Sahel-Soudan	P		LC
	Colubridae	<i>Crotaphopeltis hotamboeia</i>	Hétéreur commune	Afrique	P	aq	LC
		<i>Dasypeltis sahelensis</i>	Mangeur d'oeufs du Sahel	Sahel	P		LC
		<i>Dromophis lineatus</i>	Dromophide rayé	Afrique	P	aq	LC
		<i>Dromophis praeornatus</i>	Dromophide paré	Sahel-Soudan	P		LC
		<i>Hemirrhagheris nototaenia</i>	Couleuvre écorce	Sahel-Soudan	P		LC
		<i>Lamprophis fuliginosus</i>	Lamprophis des maisons	Afrique	P		LC
		<i>Prosymna greigerti</i>	Prosimne de Greigert	Sahel-Soudan	P		LC
		<i>Psammophis elegans</i>	Psammophis élégant	Sahel-Soudan	P		LC
		<i>Psammophis sibilans</i>	Psammophis siffant	Sahel-Soudan	P		LC
		<i>Psammophis sudanensis leucogaster</i>	Psammophis à ventre blanc	Sahel-Soudan	P		LC
		<i>Rhamphiophis oxyrhynchus</i>	Serpent à bec roux	Afrique	P		LC
	Atractaspididae	<i>Atractaspis watsoni</i>	Atractaspis de Watson	Sahel-Soudan	P		LC
	Elapidae	<i>Elapsoidea semiannulata moebiusi</i>	Elapsoïde semiannelée occidentale	Sahel-Soudan	P		LC

	Groupe	Nom latin	Nom français	Endémisme	Présence	Aq	UICN
		<i>Naja haje</i>	Cobra d'Egypte	Afrique	P		LC
		<i>Naja nigricollis</i>	Naja cracheur à cou noir	Afrique	P		LC
	Viperidae	<i>Bitis arietans</i>	Vipère heurtante	Afrique	P		LC
		<i>Causus maculatus</i>	Causus maculé	Afrique	P		LC
		<i>Echis leucogaster</i>	Echide à ventre blanc	Sahel-Soudan	P		LC
		<i>Echis ocellatus</i>	Echide ocellée	Sahel-Soudan	P		LC

Avifaune

Groupe	Nom latin	Nom français	Endémisme	Présence	AQ	UICN
Ardeidae	<i>Ardea melanocephala</i>	Héron mélanocéphale	Afrique	Ogl		LC
	<i>Bubulcus ibis</i>	Héron garde-bœuf		Ogl		LC
	<i>Egretta garzetta</i>	Aigrette garzette		OI	aq	LC
Threskiornithidae	<i>Threskiornis aethiopica</i>	Ibis sacré	Afrique	Og	aq	LC
Sagittaridae	<i>Sagittarius serpentarius</i>	Messenger sagittaire	Afrique	E		EN
Accipitridae	<i>Terathopius ecaudatus</i>	Bateleur des savanes	Afrique	P		EN
	<i>Necrosyrtes monachus</i>	Vautour charognard	Afrique	E		CR
	<i>Trigonoceps occipitalis</i>	Vautour à tête blanche	Afrique	E		CR
	<i>Gyps africanus</i>	Vautour africain	Afrique	E		CR
	<i>Gyps rueppellii</i>	Vautour de Ruppell	Afrique	E		CR
	<i>Torgos tracheliotus</i>	Vautour oricou		E		EN
	<i>Milvus migrans</i>	Milan noir		P	m	LC
	<i>Circaetus beaudouini</i>	Circaète de Beaudouin	Sahel	P		VU
	<i>Circaetus cinereus</i>	Circaète brun	Afrique	P		LC
	<i>Elanus coeruleus</i>	Elanion blanc		Og		LC
	<i>Chelictinia riocourii</i>	Elanion naucler	Afrique	P		VU
	<i>Accipiter badius</i>	Epervier shikra		P		LC
	<i>Micronisus gabar</i>	Autour gabar	Afrique	P		LC
	<i>Melierax metabates</i>	Autour sombre	Afrique	OI		LC
	<i>Butastur rufipennis</i>	Busautour des sauterelles	Sahel-Soudan	P		LC
	<i>Buteo augularis</i>	Buse africaine	Afrique	Og		LC
	<i>Hieraaetus wahlbergi</i>	Aigle de Wahlberg	Afrique	P		LC
	<i>Aquila rapax</i>	Aigle ravisseur		OI		VU
	<i>Polemaetus bellicosus</i>	Aigle martial	Afrique	P		EN
	<i>Lophaetus occipitalis</i>	Aigle huppard	Afrique	P		LC
	<i>Aquila spilogaster</i>	Aigle fascié	Afrique	P		LC
Falconidae	<i>Falco tinninulus</i>	Faucon crécerelle		OI		LC
	<i>Falco alopex</i>	Crécerelle renard	Afrique	P		LC
	<i>Falco biarmicus</i>	Faucon lanier		P		LC
	<i>Falco ardosiaceus</i>	Faucon ardoisé	Afrique	P		LC
	<i>Falco chicquera</i>	Faucon chicquera		P		NT
Numididae	<i>Numida meleagris</i>	Pintade de Numidie	Afrique	E		LC
Turnicidae	<i>Turnix sylvaticus</i>	Turnix d'Andalousie		P		LC
	<i>Ortyxelos meiffreni</i>	Turnix à ailes blanches	Sahel	P		LC

Groupe	Nom latin	Nom français	Endémisme	Présence	AQ	UICN
Phasianidae	<i>Pernistis clappertoni</i>	Francolin de Clapperton	Afrique	P		LC
	<i>Coturnix deleguorguei</i>	Caille arlequin		P		LC
Otididae	<i>Lophotis saviilei</i>	Outarde de Saville	Afrique	P		LC
	<i>Lissotis melanogaster</i>	Outarde à ventre noir	Afrique	E		LC
	<i>Eupodotis senegalensis</i>	Outarde du Sénégal	Afrique	E		LC
	<i>Neotis denhami</i>	Outarde de Denham	Afrique	E		NT
	<i>Ardeotis arabs</i>	Outarde arabe		E		NT
Burhinidae	<i>Burhinus senegalensis</i>	Oedicnème du Sénégal	Afrique	P		LC
	<i>Burhinus capensis</i>	Oedicnème tachard	Afrique	OI		LC
Recurvirostridae	<i>Himantopus himantopus</i>	Echasse blanche		OI	aq	LC
Glareolidae	<i>Rhinoptilus chalcopterus</i>	Courvite à ailes bronzées	Afrique	OI		LC
	<i>Cursorius temmincki</i>	Courvite de Temminck	Afrique	P		LC
Charadriidae	<i>Vanellus tectus</i>	Vanneau à tête noire	Sahel-Soudan	Ogl		LC
	<i>Vanellus spinosus</i>	Vanneau éperonné	Sahel-Soudan	OI	aq	LC
Pteroclididae	<i>Pterocles exustus</i>	Ganga à ventre brun		Og		LC
	<i>Pterocles quadricinctus</i>	Ganga quadribande	Afrique	P		LC
Columbidae	<i>Treron waalia</i>	Colombar waalia	Afrique	P		LC
	<i>Columba guinea</i>	Pigeon roussard	Afrique	Ogl		LC
	<i>Streptopelia roseogrisea</i>	Tourterelle rieuse		Og		LC
	<i>Streptopelia decipiens</i>	Tourterelle pleureuse	Afrique	P		LC
	<i>Streptopelia vinacea</i>	Tourterelle vineuse	Sahel-Soudan	Ogl		LC
	<i>Streptopelia senegalensis</i>	Tourterelle maillée		Ogl		LC
	<i>Oena capensis</i>	Tourterelle masquée		Ogl		LC
	<i>Turtur abyssinicus</i>	Tourtelette d'Abyssinie	Sahel	P		LC
Psittacidae	<i>Alexandrina krameri</i>	Perruche à collier		P		LC
Musophagidae	<i>Crinifer piscator</i>	Touraco gris	Sahel-Soudan	P		LC
Cuculidae	<i>Chrysococcyx klaas</i>	Coucou de Klaas	Afrique	P		LC
	<i>Chrysococcyx caprius</i>	Coucou didric		P		LC
	<i>Clamator glandarius</i>	Coucou geai		P		LC
	<i>Clamator jacobinus</i>	Coucou jacobin		P		LC
	<i>Cuculus gularis</i>	Coucou africain	Afrique	P		LC
Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	Effraie des clochers		P		LC
Strigidae	<i>Glaucidium perlatum</i>	Chevêchette perlée	Afrique	P		LC

Groupe	Nom latin	Nom français	Endémisme	Présence	AQ	UICN
	<i>Otus senegalensis</i>	Petit duc africain	Afrique	P		LC
	<i>Ptilopsis leucotis</i>	Petit duc à face blanche	Afrique	P		LC
	<i>Bubo cinerascens</i>	Grand-duc du Sahel	Sahel-Soudan	P		LC
Caprimulgidae	<i>Caprimulgus climacurus</i>	Engoulevent à longue queue	Afrique	P		LC
	<i>Caprimulgus inornatus</i>	Engoulevent terne		OI		LC
	<i>Macrodipteryx longipennis</i>	Engoulevent à balanciers	Sahel	P		LC
Apodidae	<i>Apus caffer</i>	Martinet caffre		P		LC
	<i>Cypsiurus parvus</i>	Martinet des palmes	Afrique	Og		LC
Coliidae	<i>Urocolius macrourus</i>	Coliou huppé	Afrique	P		LC
Alcedinidae	<i>Halcyon senegalensis</i>	Martin chasseur du Sénégal	Afrique	P		LC
	<i>Halcyon chelicuti</i>	Martin chasseur strié	Afrique	P		LC
Meropidae	<i>Merops pusillus</i>	Guêpier nain	Afrique	P		LC
	<i>Merops albicollis</i>	Guêpier à gorge blanche	Sahel	P		LC
	<i>Merops orientalis</i>	Guêpier d'orient		P		LC
Coraciidae	<i>Coracias abyssinicus</i>	Rollier d'Abyssinie		Ogl		LC
Phoeniculidae	<i>Phoeniculus purpureus</i>	Irrisor moqueur	Afrique	P		LC
	<i>Rhinopomastus aterrimus</i>	Irrisor noir	Afrique	P		LC
Upupidae	<i>Upupa epops</i>	Huppe fasciée		Ogl		LC
Bucerotidae	<i>Lophoceros nasutus</i>	Calao à bec noir		P		LC
	<i>Tochus erythrorhynchus</i>	Calao à bec rouge	Afrique	Ogl		LC
	<i>Bucorvus abyssinicus</i>	Bucorve d'Abyssinie	Afrique	E		VU
Lybiidae	<i>Pogoniulus chrysoconus</i>	Barbion à front jaune	Afrique	P		LC
	<i>Lybius vieilloti</i>	Barbican de Vieillot	Sahel-Soudan	P		LC
Indicatoridae	<i>Indicator indicator</i>	Grand indicateur	Afrique	P		LC
	<i>Indicator minor</i>	Petit indicateur	Afrique	P		LC
Picidae	<i>Campethera punctuligera</i>	Pic à taches noires	Sahel-Soudan	P		LC
	<i>Dendropicos elachus</i>	Pic gris	Sahel-Soudan	P		LC
	<i>Dendropicos obsoletus</i>	Pic à dos brun	Sahel-Soudan	P		LC
	<i>Dendropicos goertae</i>	Pic goertan	Afrique	P		LC
Alaudidae	<i>Galerida cristata</i>	Cochevis huppé		P		LC
	<i>Eremopterix leucotis</i>	Moinelette à oreillons blancs	Afrique	Ogl		LC
Hirundinidae	<i>Hirundo aethiopica</i>	Hirondelle d'Ethiopie	Afrique	OI		LC

Groupe	Nom latin	Nom français	Endémisme	Présence	AQ	UICN
	<i>Cecropis senegalensis</i>	Hirondelle des mosquées	Afrique	P		LC
	<i>Cecropis semirufa</i>	Hirondelle à ventre roux	Afrique	P		LC
Motacillidae	<i>Macronyx croceus</i>	Sentinelle à gorge jaune	Afrique	P		LC
	<i>Motacilla flava</i>	Bergeronnette printanière			Aq m	LC
Pycnonotidae	<i>Pycnonotus barbatus</i>	Bulbul des jardins		P		LC
Turdidae	<i>Turdus pelios</i>	Merle africain	Afrique	P		LC
Muscicapidae	<i>Cossypha niveicapilla</i>	Cossyphes à calotte neigeuse	Afrique	P		LC
	<i>Cercotrichas galactotes</i>	Agrobate roux		P		LC
	<i>Cercotrichas podobe</i>	Agrobate podobe		P		LC
	<i>Oenanthe heuglinii</i>	Traquet de Heuglin	Sahel- Soudan	OI		LC
	<i>Oenanthe oenanthe</i>	Traquet motteux			m	
	<i>Myrmecocichla aethiops</i>	Traquet brun	Sahel- Soudan	P		LC
	<i>Melaenornis edoloides</i>	Gobemouche drongo	Afrique	Og		LC
	<i>Melaenornis pallidus</i>	Gobemouche pâle	Afrique	P		LC
Sylviidae	<i>Iduna pallida</i>	Hypolais pâle		Ogl	m	LC
	<i>Eremomela icteropygialis</i>	Éremomèle à croupion jaune		P		LC
	<i>Sylvietta brachyura</i>	Crombec sitelle		P		LC
	<i>Prinia subflava</i>	Prinia modeste		P		LC
Cisticolidae	<i>Camaroptera brachyura</i>	Camaroptère à tête grise	Afrique	P		LC
Monarchidae	<i>Terpsiphone viridis</i>	Tchitrec d'Afrique		P		LC
Platysteiridae	<i>Batis orientalis</i>	Pirite à tête grise		P		LC
Leiotrichidae	<i>Turdoides plebejus</i>	Cratérope brun	Afrique	P		LC
Remizidae	<i>Anthoscopus punctifrons</i>	Rémiz du Soudan	Sahel- Soudan	P		LC
Nectarinidae	<i>Hedydipna platura</i>	Souimanga pygmée	Afrique	P		LC
	<i>Chalcomitra senegalensis</i>	Souimanga à poitrine rouge	Afrique	P		LC
	<i>Cinnyris pulchellus</i>	Souimanga à longue queue	Afrique	P		LC
Laniidae	<i>Lanius meridionalis</i>	Pie grièche méridionale		P		LC
Malaconotidae	<i>Nilaus afer</i>	Brubru africain	Afrique	P		LC
	<i>Tchagra senegalus</i>	Tchagra à tête noire		P		LC
Dicruridae	<i>Dicrurus adsimilis</i>	Drongo brillant	Afrique	P		LC
Corvidae	<i>Ptilostomus afer</i>	Piapiac africain	Afrique	Ogl		LC

Groupe	Nom latin	Nom français	Endémisme	Présence	AQ	UICN
	<i>Corvus albus</i>	Corbeau pie	Afrique	OI		LC
Sturnidae	<i>Lamprotornis purpureus</i>	Choucador pourpré	Afrique	P		LC
	<i>Cinnyricinclus leucogaster</i>	Spréo améthyste	Afrique	P		LC
	<i>Lamprotornis pulcher</i>	Choucador à ventre roux	Sahel	Og		LC
	<i>Lamprotornis chalybaeus</i>	Choucador à oreillons bleus	Afrique	P		LC
	<i>Lamprotornis caudatus</i>	Choucador à longue queue	Sahel-Soudan	P		LC
Buphagidae	<i>Buphagus africanus</i>	Piquebœuf à bec jaune	Afrique	P		LC
Passeridae	<i>Passer luteus</i>	Moineau doré	Afrique	P		LC
	<i>Passer griseus</i>	Moineau gris		Og		LC
	<i>Passer domesticus</i>	Moineau domestique		Og		LC
	<i>Gymnoris dentata</i>	Petit moineau		P		LC
	<i>Sporopipes frontalis</i>	Sporopipe quadrillé	Afrique	P		LC
	<i>Plocepasser superciliosus</i>	Mahali à calotte marron	Afrique	OI		
Ploceidae	<i>Ploceus luteolus</i>	Tisserin minule	Afrique	Og		LC
	<i>Ploceus vitellinus</i>	Tisserin vitellin	Afrique	OI		LC
	<i>Ploceus heuglini</i>	Tisserin masqué	Afrique	P		LC
	<i>Ploceus cucullatus</i>	Tisserin gendarme	Afrique	P		LC
	<i>Ploceus melanocephalus</i>	Tisserin à tête noire	Afrique	P		LC
	<i>Bubalornis albirostris</i>	Alecto à bec blanc	Afrique	OI		LC
	<i>Quelea quelea</i>	Travailleur à bec rouge	Afrique	P		LC
Estrildidae	<i>Pytilia melba</i>	Beaumarquet melba	Afrique	P		LC
	<i>Estrilda melpoda</i>	Astrild à joues oranges	Afrique	P		LC
	<i>Estrilda coerulescens</i>	Astrild queue de vinaigre	Afrique	P		LC
	<i>Estrilda troglodytes</i>	Astrild cendré	Afrique	P		LC
	<i>Uraeginthus bengalus</i>	Cordonbleu à joues rouges	Afrique	Ogl		LC
	<i>Lagonosticta senegala</i>	Amarante du Sénégal	Afrique	P		LC
	<i>Amadina fasciata</i>	Amadine cou-coupé	Afrique	P		LC
	<i>Euodice cantans</i>	Capucin bec d'argent	Sahel-Soudan	P		LC
	<i>Spermestes cucullatus</i>	Capucin nonette	Afrique	P		LC
Viduidae	<i>Vidua orientalis</i>	Veuve à collier d'or	Sahel-Soudan	P		LC
	<i>Vidua chalybeata</i>	Combassou du Sénégal	Afrique	P		LC

Groupe	Nom latin	Nom français	Endémisme	Présence	AQ	UICN
Emberizidae	<i>Emberiza flaviventris</i>	Bruant à poitrine dorée	Afrique	P		LC

Mammifères

	Groupe	Nom latin	Nom français	Endémisme	Présence	UICN	
Primates	Cercopithecidae	<i>Erythrocebus patas</i>	Patas	Sahel-Soudan	E	LC	
	Galagidae	<i>Galago senegalensis</i>	Galago du Sénégal	Afrique	P	LC	
Rongeurs	Sciuridae	<i>Euxerus erythropus</i>	Ecureuil fouisseur	Afrique	Tg	LC	
	Gerbillidae	<i>Desmodiliscus braueri</i>	Gerbille naine de Brauer	Sahel	P	LC	
		<i>Gerbilliscus kempe</i>	Gerbille de Kemp	Afrique	P	LC	
		<i>Gerbilliscus robustus</i>	Gerbille robuste	Afrique	P	LC	
	Muridae	<i>Arvicanthis niloticus</i>	Rat roussard du Nil	Afrique	P	LC	
		<i>Lemniscomys zebra</i>	Rat rayé zébré	Afrique	P	LC	
		<i>Mastomys erythrocleucus</i>	Souris à mamelles multiples	Afrique	P	LC	
		<i>Mastomys natalensis</i>	Souris à mamelles multiples du Natal	Afrique	P	LC	
		<i>Mus haussa</i>	Souris naine haoussa	Afrique	P	LC	
		Leporidae	<i>Lepus victoria</i>	Lièvre des savanes	Afrique	Tgl	LC
Insectivores	Erinaceidae	<i>Atelerix albiventris</i>	Hérisson à ventre blanc	Afrique	Tg	LC	
	Soricidae	<i>Crocidura fulvarostris</i>	Musaraigne de savanne	Sahel-Soudan	P	LC	
		<i>Crocidura fuscomurina</i>	Petite Musaraigne	Afrique	P	LC	
		<i>Crocidura olivieri</i>	Grande Musaraigne africaine	Afrique	P	LC	
	<i>Crocidura viaria</i>	Musaraigne de savanne	Afrique	P	LC		
Chiroptères	Megadermatidae	<i>Lavia frons</i>	Mégaderme à ailes orangées	Afrique	P	LC	
	Rhinopomatidae	<i>Rhinopoma hardwickei</i>	Petit Rhinopome	Afrique	P	LC	
		<i>Rhinopoma microphyllum</i>	Grand Rhinopome	Afrique	P	LC	
	Nycteridae	<i>Nycteris hispida</i>	Nyctère hérissée	Afrique	P	LC	
		<i>Nycteris thebaica</i>	Nyctère de la Thébaïde	Afrique	P	LC	
		Molossidae	<i>Tadarida nigeriae</i>	Molosse du Nigéria	Afrique	P	LC
	Vespertilionidae	<i>Nycticeinops schlieffenii</i>	Nycticenops de Schlieffen	Afrique	P	LC	
<i>Pipistrellus rendalli</i>		Pipistrelle de Rendall	Afrique	P	LC		
Carnivores	Canidae	<i>Canis lupaster</i>	Loup doré d'Afrique	Afrique	TI	LC	
		<i>Vulpes pallida</i>	Renard pâle	Sahel	P	LC	
	Mustelidae	<i>Ictonyx striatus</i>	Zorille commun	Afrique	Tgl	LC	
		<i>Mellivora capensis</i>	Ratel	Afrique	P	LC	
	Felidae	<i>Felis silvestris</i>	Chat sauvage		P	LC	
	Viverridae	<i>Genetta genetta</i>	Genette		P	LC	

	Groupe	Nom latin	Nom français	Endémisme	Présence	UICN
	Herpestidae	<i>Herpestes ichneumon</i>	Mangouste d'Egypte		P	LC
		<i>Herpestes sanguineus</i>	Mangouste rouge	Afrique	P	LC
		<i>Ichneumia albicauda</i>	Mangouste à queue blanche		P	LC
Ongulés	Bovidae	<i>Eudorcas rufifrons</i>	Gazelle à front roux	Sahel	TI	VU

Annexe 4. Données de la liste Rouge de l'UICN

Le tableau suivant présente une liste de toutes les espèces menacées (catégories En Danger Critique, En Danger et Vulnérable) figurant dans la Liste Rouge de l'UICN, dans un rayon de 25 km autour de N'Djamena.

ESPECE	NOM FRANÇAIS	STATUT MONDIAL	GROUPE	REMARQUES
<i>Diceros bicornis</i>	Rhinoceros noir	En danger Critique	Mammifères	Disparu depuis longtemps de la région de N'djamena
<i>Gyps rueppelli</i>	Vautour de Ruepell	En danger Critique	Oiseaux	Disparu des environs de N'djamena
<i>Necrosyrtes monachus</i>	Vautour charognard	En danger Critique	Oiseaux	Disparu des environs de N'djamena
<i>Gyps africanus</i>	Vautour africain	En danger Critique	Oiseaux	Disparu des environs de N'djamena
<i>Trigonoceps occipitalis</i>	Vautour à tête blanche	En danger Critique	Oiseaux	Disparu des environs de N'djamena
<i>Saxicolella marginalis</i>		En danger Critique	Plantes	Espèce de milieu aquatique permanent ; absente des sites
<i>Ledermanniella batangensis</i>		En danger Critique	Plantes	Espèce de milieu aquatique permanent ; absente des sites
<i>Loxodonta africana</i>	Éléphant des savanes d'Afrique	En danger	Mammifères	Disparu depuis longtemps de la région de N'djamena
<i>Torgos tracheliotos</i>	Vautour oricou	En danger	Oiseaux	Disparu des environs de N'djamena
<i>Neophron percnopterus</i>	Percnoptère d'Egypte	En danger	Oiseaux	Disparu des environs de N'djamena
<i>Sagittarius serpentarius</i>	Messenger sagittaire	En danger	Oiseaux	Disparu des environs de N'djamena
<i>Pronothobranchius kiyawensis</i>		En danger	Poissons	Espèce de milieu aquatique permanent ; absente des sites
<i>Bulinus obtusus</i>		En danger	Gastéropodes	Espèce de milieu aquatique permanent ; absente des sites
<i>Mutela joubini</i>		En danger	Bivalve	Espèce de milieu aquatique permanent ; absente des sites
<i>Ledermanniella linearifolia</i>		En danger	Plantes	Espèce de milieu aquatique permanent ; absente des sites
<i>Ledermanniella thalloidea</i>		En danger	Plantes	Espèce de milieu aquatique permanent ; absente des sites
<i>Inversodicraea annithomae</i>		En danger	Plantes	Espèce de milieu aquatique permanent ; absente des sites
<i>Acinonyx jubatus</i>	Guépard	Vulnérable	Mammifères	Disparu depuis longtemps de la région de N'djamena
<i>Panthera pardus</i>	Léopard	Vulnérable	Mammifères	Disparu des environs de N'djamena
<i>Eudorcas rufifrons</i>	Gazelle a front roux	Vulnérable	Mammifères	Disparu des environs de N'djamena
<i>Hippopotamus amphibius</i>	Hippopotame	Vulnérable	Mammifères	Espèce citée du Chari, absente des sites
<i>Bucorvus abyssinicus</i>	Bucorve d'abyssinie	Vulnérable	Oiseaux	Disparu des environs de N'djamena
<i>Circaetus beaudouini</i>	Circaète de Beaudoin	Vulnérable	Oiseaux	Non observé

ESPECE	NOM FRANÇAIS	STATUT MONDIAL	GROUPE	REMARQUES
<i>Aquila rapax</i>	Aigle charognard	Vulnérable	Oiseaux	Un immature observé à Lamadji
<i>Polemaetus bellicosus</i>	Aigle martial	Vulnérable	Oiseaux	Non observé
<i>Terathopius ecaudatus</i>	Bateleur des savanes	Vulnérable	Oiseaux	Non observé
<i>Balearica pavonina</i>	Grue couronnée	Vulnérable	Oiseaux	Non observé
<i>Chelictinia riocourii</i>	Elanion naucler	Vulnérable	Oiseaux	Non observé
<i>Aythya ferina</i>	Fuligule milouin	Vulnérable	Oiseaux	Hivernant possible, non vu
<i>Clanga clanga</i>	Aigle criard	Vulnérable	Oiseaux	Hivernant occasionnel
<i>Falco vespertinus</i>	Faucon kobez	Vulnérable	Oiseaux	Hivernant possible, non vu
<i>Streptopelia turtur</i>	Tourterelle des bois	Vulnérable	Oiseaux	Hivernant possible, non vu
<i>Trionyx riunguis</i>	Tortue molle du nil	Vulnérable	Reptiles	Espèce citée du Chari, présente en milieu aquatique permanent ; absent des sites
<i>Cyclanorbis senegalensis</i>	Tortue molle du Sénégal	Vulnérable	Reptiles	Espèce citée du Chari, présente en milieu aquatique permanent ; absent des sites
<i>Distichodus nefasch</i>	Distichodus du nil	Vulnérable	Poissons	Espèce citée du Chari, présente dans milieu aquatique permanent ; absent des sites
<i>Inversodicraea cristata</i>		Vulnérable	Plantes	Espèce de milieu aquatique permanent ; absente des sites
<i>Inversodicraea boumiensis</i>		Vulnérable	Plantes	Espèce de milieu aquatique permanent ; absente des sites
<i>Ledermanniella bifurcata</i>		Vulnérable	Plantes	Espèce de milieu aquatique permanent ; absente des sites
<i>Inversodicraea kamerunensis</i>		Vulnérable	Plantes	Espèce de milieu aquatique permanent ; absente des sites

Dans la Liste Rouge de l'UICN figurent 39 espèces.

Parmi ces espèces :

- 16 espèces sont liées aux milieux humides permanents, essentiellement dans le Chari, et ne se trouvent donc pas sur les sites étudiés
- 13 espèces sont éteintes dans ce secteur, du fait de la forte pression humaine associée à la dégradation des milieux, facteurs assez anciens dans ce secteur
- 4 espèces sont des hivernantes, non observées
- 5 espèces possibles (toutes à statut Vulnérable) n'ont pas été observées
- 1 espèce, l'Aigle ravisseur (statut mondial Vulnérable), a été observée lors de la 1^e mission sur le site de Lamadji: il s'agissait d'un juvénile, en phase d'erratismo, et les habitants ont confirmé que l'espèce n'est que rarement observée sur le site.

A remarquer : Toutes les espèces les plus menacées, En Danger Critique ou En Danger, relèvent des 2 premières catégories (espèces éteintes dans la région, ou espèces liées aux milieux humides permanents).

Annexe 5. Questionnaires d'enquêtes

Études complémentaires à l'EIES – alignement aux standards internationaux des projets de centrale PV de Lamadji et de Gassi.

Enquête ménage

I. ÉQUIPE DE COLLECTE ET D'EXPLOITATION

Nom de et prénom de l'enquêteur (trice)	<input type="text"/>	Date : <input type="text"/> 20
	<input type="text"/>	Numéro du Questionnaire : <input type="text"/>
Téléphone :	<input type="text"/>	Signature :
Nom et Prénom du Superviseur	<input type="text"/>	Date : <input type="text"/> 20
Téléphone :	<input type="text"/>	Signature :

NB : Concernant la date, il s'agit de la date d'entretien pour l'agent enquêteur et de celle de contrôle pour le superviseur.

II. IDENTIFICATION DU MÉNAGE AFFECTE PAR LE PROJET

II.1	Commune :	Arrondissement :
II.2	Localité/village :	
II.3	Numéro du ménage :	<input type="text"/>
II.4	Coordonnées GPS	X : <input type="text"/> . Y : <input type="text"/>

III. COMPOSITION DU MÉNAGE AFFECTE PAR LE PROJET

Nom du chef de ménage : <input type="text"/>			
CIN : <input type="text"/>	Sexe : <input type="text"/> <i>(M : masculin ; F : féminin)</i>	Téléphone : <input type="text"/>	
Age : <input type="text"/>	Statut familial : <input type="text"/> <i>(M : Marié ; V : veuf ; C : célibataire)</i>	Religion : <input type="text"/> <i>(I : Islam ; C : Christianisme ; A : Animisme ; SR : Sans Religion)</i>	
Régime matrimonial : Monogamie : <input type="text"/> Polygamie : <input type="text"/>	Au cas où la femme est chef de famille, État civil : Divorcée : <input type="text"/> ; Veuve : <input type="text"/> ; Autre <input type="text"/>		
Activité principale : <input type="text"/> <i>(A : Agriculture ; E : Élevage ; C : Commerce ; P : Pêche ; Autre (à préciser))</i>	Fréquentation scolaire : <input type="text"/> <i>(AU : aucun ; PR : préscolaire ; PM : primaire ; SE : secondaire ; SU : supérieur)</i>	Dernière classe suivie : <input type="text"/> 1= maternelle 1 à 3 2= de CP1 à CM2 3= de 6 ^{ème} à 3 ^{ème} 4= de 2 ^{nde} à Tle	Taille du ménage : <input type="text"/> <i>(Nombre de personnes occupant la maison)</i>
Le chef de ménage sait-il lire et écrire l'arabe : oui : <input type="text"/> non <input type="text"/>			
Le chef de ménage sait-il lire et écrire le français : oui : <input type="text"/> non <input type="text"/>			
Le chef de ménage sait-il lire et écrire le Ngambaye : oui : <input type="text"/> non <input type="text"/>			
Autres :			
Nombre de personnes par état civil : Père : <input type="text"/> ; Mère : <input type="text"/> ; Garçons : <input type="text"/> ; Filles : <input type="text"/>			

--

Coordonnées du terrain

Présence d'arbre sur la parcelle
Quels sont les types d'arbres que vous avez sur votre parcelle (indiquez le nombre) ?
Arbres fruitiers : Manguiers ; Goyaviers ; Citronniers ; Autres

 Si manguiers : pousse ; non productif ; productif

 Si goyaviers : pousse ; non productif ; productif

 Si citronniers : pousse ; non productif ; productif

 Si autres : pousse ; non productif ; productif
Arbres à valeur économique : Karité ; Néré ; Tamarinier ; Palmier doum Autres

 Si Karités : pousse ; non productif ; productif

 Si Nérés : pousse ; non productif ; productif

 Si Tamariniers : pousse ; non productif ; productif

 Si Palmiers doum : pousse ; non productif ; productif

 Si autres : pousse ; non productif ; productif
V. SOURCES DE REVENUS DU MENAGE

Quelles sont les principales sources de revenus du ménage et par qui sont-ils générés			
Type de revenu par ordre de priorité : (Agriculture, élevage, commerce, artisanat, salariat, travail journalier, produits maraichers, autres)	Personne générant le revenu	Périodicité : Permanent ou Saisonnier	Quel est le montant moyen tiré de cette source de revenu par jour ou mois (FCFA) ?
			<input type="text"/>

Usage des parcelles

Quel type de culture pratiquée ?

Pratiquez-vous l'irrigation ? si oui quelle est la source d'approvisionnement en eau ?

Quel niveau de rendement ?

Destination des produits cultivés

- Autoconsommation : quantité
- Vente : quantité ? lieu de commercialisation ? prix de vente ?

Qu'est ce qui limite votre production ? eau ? semences ? autres ?

Pratiquez-vous l'élevage ?

Type d'animaux ?

Nombre ?

Destination : autoconsommation ? vente ? lieu de commercialisation ? prix de vente ?

Quelles sont les dépenses du ménage (en F CFA) au cours des 30 derniers jours	
Bois de chauffe ?	_ _ _ _ _ _ _
Pétrole, gaz, charbon, piles ?	_ _ _ _ _ _ _
Produits alimentaires ?	_ _ _ _ _ _ _
Savon en morceau en liquide ou en poudre ?	_ _ _ _ _ _ _
Carburant / lubrifiants ?	_ _ _ _ _ _ _
Soins d'entretien corporel (parfums, coiffure, tresses, pommades...)?	_ _ _ _ _ _ _
Dépenses de santé	_ _ _ _ _ _ _
Logement	_ _ _ _ _ _ _
Dépenses d'éducation (frais scolaires, fournitures, tenue scolaire)	_ _ _ _ _ _ _
Équipement agricoles/outils/semences	_ _ _ _ _ _ _
Achat d'animaux (pour élevage)	_ _ _ _ _ _ _
Dépenses en produits zoo vétérinaires (vaccination, soins et aliments pour bétail)	_ _ _ _ _ _ _
Équipement domestique	_ _ _ _ _ _ _
Habillement/chaussures	_ _ _ _ _ _ _
Cérémonies/Funérailles/Festivités	_ _ _ _ _ _ _
Construction, réparation, habitation	_ _ _ _ _ _ _
Frais de transport	_ _ _ _ _ _ _
Remboursement d'emprunts ou de dettes	_ _ _ _ _ _ _
Autres	_ _ _ _ _ _ _

Disposez-vous d'un compte bancaire ? :

Avez-vous des dettes ? :

Disposez-vous d'une épargne ? :

Si oui sous quelle forme (liquide, animaux, biens matériels, immobilier) ?

VI. CONDITIONS SOCIALES

1=AEP 2= PMH 3= Puits protégé 4= Puits ouvert 5= Eau de surface (marigot, rivière, ruisseau, pluies, mares, fleuve, etc.) 6= Camion-citerne 7= Eau de source 8= Autre à préciser		
Combien de temps mettez-vous (à pieds) en route avant d'atteindre la principale source d'eau ? 0= à domicile 1= moins de 10 minutes de marche 2= entre 10 et 30 minutes de marche 3= plus de 30 minutes de marche		_
Quelle est la quantité d'eau consommée (en litre) par personne par jour dans votre ménage (boisson, cuisson, lavage... ?		_ _ _
Cette quantité est-elle suffisante ? 1= oui 2= non		_
Si non, quelle serait la quantité que vous souhaiteriez consommer par jour dans votre ménage ?		_ _
Quelles sont les difficultés qui vous empêchent d'atteindre le volume (en litres) souhaité ?	1. = Éloignement de la source d'approvisionnement	_
	2. = Coût élevé	_
	3. = Manque de moyens de transport	_
	4. = Mauvais état de santé/âgé	_
	5. = Longueur du temps d'attente	_
	6. = Autres (à préciser)	_
Trouvez-vous l'eau de boisson que vous consommez potable ? 1= oui 2= non		_
Si non, comment faites-vous pour la rendre potable ?	1. = En utilisant l'eau de javel	_
	2. = En bouillant l'eau	_
	3. = En décantant l'eau	_
	4. = Autre (à préciser)	_
Quel est le principal mode de transport de l'eau utilisé par le ménage ? 1= tête 2= animaux 3= traction humaine 4= autre (à préciser)		_

1=AEP 2= PMH 3= Puits protégé 4= Puits ouvert 5= Eau de surface (marigot, rivière, ruisseau, pluies, mares, fleuve, etc.) 6= Camion-citerne 7= Eau de source 8= Autre à préciser	
Comment vous débarrassez-vous des ordures ménagères ? 1= Ramassage camion/bac à ordures ; 2= Jetées dans la nature ; 3= Enterrées ou brûlées ; 4= Recyclées ; 5= Autre (à préciser)	_
Comment vous débarrassez-vous des eaux usées ? 1= Cour/Chaussée ; 2= Rigole/Caniveau ; 3= Fosse septique ; 4= Rivière/Ruisseau ; 5= Nature/Broussailles ; 6= Autre (à préciser)	_
Quel est le type de lieu d'aisance utilisé par votre ménage ? 1= WC avec chasse eau ; 2= Latrines aménagées ; 3= Latrines non aménagées ; 4= Nature ; 5= Autre (à préciser)	_

Équipements	Moyen /Nombre
Source d'énergie pour la cuisson	
Source d'énergie pour l'éclairage	
Groupe électrogène	
Radio	
Télévision	
Smartphone	
Vélo	
Moto	
Autres ?	
Outils agricoles ? Préciser	
Quels sont les moyens de transport que vous utilisez ?	
Quels sont vos moyens d'accès à l'information ?	
Radio ?	
Transmission orale ? bouche à oreille ?	

Santé

Quelqu'un du ménage a-t-il/elle été malade au cours des 12 derniers mois ? Oui / Non

Si oui, combien de membres ?.....

Si oui pour quel problème de santé ?

Quelqu'un du ménage a-t-il/elle consulté un personnel soignant (y compris traditionnel) au cours des 4 dernières semaines ? Oui / Non

Si oui, combien de membres ?

Quel(s) type(s) de personnel de santé a(ont) été consultés ?

Hôpital / Centre de santé / Clinique privé / Cabinet médical / Centre de santé associatif / Tradipraticien / Autre : _____

Quelle est la structure de santé la plus proche ?

A quelle distance ?

Education

A quelle distance est l'école primaire la plus proche ? secondaire ? supérieur ?

Quel moyen utilisez-vous pour vous rendre à l'école ?

VII. SITUATION PAR RAPPORT AU PROJET

Compréhension du projet et attentes

Êtes-vous informés sur le projet ?

Si oui par quelle source :

.....

Si oui lesquelles	
Quelles sont vos attentes par rapport au projet	

Compensation

Type de biens affectés	Type d'indemnisation
Terrains	
Bâtiments	
Arbres	
Autres (forage)	

1. Entièrement compenser les pertes en espèces
2. Obtenir un terrain en remplacement et compenser le reste des pertes en argent
3. Obtenir un terrain en remplacement et compenser le reste en nature (fourniture de matériaux)
4. Ne sait ou ne veut pas répondre ou sans opinion exprimée
5. Autres à préciser

En cas de souhaite de terrain en remplacement, dans quelle localité souhaitez-vous avoir ce terrain ?

Y a-t-il des points que vous souhaitez ajouter ?

Signature de l'enquêté.

Études complémentaires à l'EIES – alignement aux standards internationaux des projets de centrale PV de Lamadji et de Gassi.

Fiche d'inventaire des parcelles

I. ÉQUIPE DE COLLECTE ET D'EXPLOITATION

Nom de et de prénom l'enquêteur (trice)	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Date : <input style="width: 100%;" type="text"/> 20
	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Numéro du Questionnaire : <input style="width: 100%;" type="text"/>
Téléphone :	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Signature :
Nom et Prénom du Superviseur	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Date : <input style="width: 100%;" type="text"/> 20
	<input style="width: 100%;" type="text"/>	
Téléphone :	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Signature :

NB : Concernant la date, il s'agit de la date d'entretien pour l'agent enquêteur et de celle de contrôle pour le superviseur.

II. DONNÉES PERSONNELLES DU PROPRIÉTAIRE DU TERRAIN

Nom du Propriétaire : <input style="width: 100%;" type="text"/>		
<input style="width: 100%;" type="text"/>		
CIN : <input style="width: 100%;" type="text"/>	Sexe : <input style="width: 100%;" type="text"/> (M : masculin ; F : féminin)	Téléphone : <input style="width: 100%;" type="text"/>
Age : <input style="width: 100%;" type="text"/>	Statut familial : <input style="width: 100%;" type="text"/> (M : Marié ; V : veuf ; C : célibataire)	Religion : <input style="width: 100%;" type="text"/> (I : Islam ; C : Christianisme ; A : Animisme ; SR : Sans Religion)
Activité principale : <input style="width: 100%;" type="text"/> (F : Fonctionnaire ; A : Agriculture ; E : Élevage ; C : Commerce ; P : Pêche ; M : Militaire ; Autre (à préciser))	Fréquentation scolaire : <input style="width: 100%;" type="text"/> (AU : aucun ; PR : préscolaire ; PM : primaire ; SE : secondaire ; SU : supérieur)	Dernière classe suivie : <input style="width: 100%;" type="text"/> 1= maternelle 1 à 3 2= de CP1 à CM2 3= de 6 ^{ème} à 3 ^{ème} 4= de 2 ^{nde} à Tle

IV. SITUATION PAR RAPPORT AU PROJET

Compréhension du projet et attentes

Êtes-vous informés sur le projet ?

Si oui par quelle source :

.....

Si oui lesquelles :	
Quelles sont vos attentes par rapport au projet :	

Nature de Compensation

Terrains	
Bâtiments	
Arbres	
Autres (forage)	

1. Entièrement compenser les pertes en espèces
2. Obtenir un terrain en remplacement et compenser le reste des pertes en argent
3. Obtenir un terrain en remplacement et compenser le reste en nature (fourniture de matériaux)
4. Ne sait ou ne veut pas répondre ou sans opinion exprimée
5. Autres à préciser

En cas de souhaite de terrain en remplacement, dans quelle localité souhaitez-vous avoir ce terrain ?

Y a-t-il des points que vous souhaitez ajouter ?

Signature de l'enquêté.

Annexe 6. Compte-rendu des consultations publiques

Annexe 7. Termes de référence de la prestation

