



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة زيان عاشور-الجلفة

Université Ziane Achour-Djelfa

كلية علوم الطبيعة والحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم علوم الأرض والكون

Département des Sciences de la Terre et de l'Univers

Mémoire de fin d'étude En Vue De l'obtention Du Diplôme De Master Académique

En Géographie et Aménagement du Territoire

Spécialité : Homme, Environnement et Territoire

## Thème

Électrification Rurale et Énergie Photovoltaïque dans la  
Wilaya de Djelfa : État des lieux, Enjeux et Perspectives

Présenté par : GUERMITI Bouchra Hadil

Promoteur : RABHI Badreddine .....UNIVERSITE Z.A. DJELFA

Devant le jury composé de :

Président : M. TENAH Bendaoud.....UNIVERSITÉ Z.A. DJELFA

Examineur : M. KHERFANE Noureddine ..... UNIVERSITÉ Z.A. DJELFA

2025-2026

## أهداء

### بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات، والذي وفقني وأعانني على إتمام هذا العمل، وجعل بعد كل تعب فرحًا، وبعد كل اجتهاد ثمرة تُقطف.

إلى نفسي...

إلى نفسي التي صبرت واجتهدت وسهرت الليالي، ورفضت الاستسلام رغم كل الصعوبات، أهدي هذا الإنجاز الذي كان ثمرة سنوات من العمل والمثابرة والإيمان بأن الله لا يضيع أجر من أحسن عملاً.

إلى أبي وأمي...

إلى أعظم نعمة وهبني الله إياها، إلى من كان دعاؤهما يرافقتني في كل خطوة، وحبهما يمدني بالقوة كلما ضعفت، إلى من تعبا من أجلي وضحيا بالكثير لأصل إلى ما أنا عليه اليوم، أهدي هذا العمل عربون حب ووفاء وامتنان، فمهما كتبت من كلمات فلن أوفيكما حقكما.

إلى إخوتي الأحبة: هبة، هناء، وفارس...

إلى شركاء الطفولة والذكريات، وإلى من كانوا سندًا لي في مختلف مراحل حياتي، أهديكم هذا الإنجاز الذي أنتم جزء من نجاحه.

إلى جدي المرحوم فرميطي إبراهيم رحمه الله...

إلى من تمنيت من أعماق قلبي أن يكون حاضرًا في هذه اللحظة التي كنا نطمح بها منذ طفولتي، إلى من رحل قبل أن يرى هذه الأمنية تتحقق، لكنه بقي حاضرًا في ذاكرتي وقلبي وفي كل خطوة خطوتها نحو هذا النجاح. كم تمنيت أن أراك اليوم مبتسمًا وفخورًا بي كما كنت دائمًا، وأن أشاركك فرحة هذا الإنجاز الذي طالما تحدثنا عنه. أهدي هذا العمل إلى روحك الطاهرة، وأسأل الله أن يتغمدك بواسع رحمته ومغفرته، وأن يجعل مقامك الفردوس الأعلى من الجنة.

إلى جدي قرشي محمد، وجدتي عبدلي عائشة، وجدتي حواطي خديجة...

إلى من غمروني بحنانهم ومحبتهم ودعواتهم الصادقة، وإلى من كان وجودهم مصدرًا للطمأنينة والقوة في حياتي، حفظكم الله وأدام عليكم نعمة الصحة والعافية، وجزاكم عني خير الجزاء.

إلى جميع أفراد عائلتي...

الذين شاركوني أفراحي وأحلامي، وكانوا سندًا لي في مختلف مراحل حياتي، أهديكم هذا العمل بكل فخر واعتزاز.

إلى أصدقائي وصديقاتي...

رفقاء الدرب الذين شاركوني لحظات التعب والنجاح، وخففوا عني مشقة الطريق بكلماتهم ومساندتهم، شكرًا لكم على صدقكم ووفائكم.

وإلى كل من دعمني خلال مسيرتي الدراسية، سواء بكلمة طيبة، أو نصيحة صادقة، أو دعوة من القلب، أو يد امتدت لتساعدني في لحظة احتجت فيها إلى الدعم...

أهدي هذا العمل المتواضع، راجيةً أن يكون ثمرة تليق بكل ما قدمتموه لي من حب وعطاء.

والحمد لله أولاً وآخراً، وظاهرًا وباطنًا، الذي وفقني لبلوغ هذه اللحظة

## الشكر والتقدير

الحمد لله أولاً وآخرًا على نعمة العلم والتوفيق، والصلاة والسلام على سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم.

أتقدم بخالص الشكر وعظيم الامتنان إلى أستاذي المؤطر الدكتور راجي بدر الدين، الذي أشرف على هذا العمل، ولم ييخل عليّ بتوجيهاته القيمة ونصائحه السديدة وملاحظاته العلمية القيّمة، فكان خير مرشد ومعين طوال مراحل إنجاز هذه المذكرة. فله مني أسى عبارات التقدير والاحترام.

كما أتوجه بجزيل الشكر والتقدير إلى الأستاذ خرفان نور الدين، على دعمه وتوجيهاته وتشجيعه، وعلى ما قدمه من مساعدة علمية ومعنوية ساهمت في إنجاز هذا العمل.

ولا يفوتني أن أتقدم بالشكر والامتنان إلى جميع أساتذتي الأفاضل بكلية العلوم والطبيعة والحياة قسم علوم الأرض والكون، الذين أشرفوا على تكويني العلمي والأكاديمي طوال سنوات الدراسة، وكان لهم الفضل في ما اكتسبته من معارف وخبرات.

وأخص بالشكر والعرفان أستاذي في التعليم الابتدائي، الأستاذ حوة لخضر، الذي كان من أوائل من غرسوا في نفسي حب العلم والتعلم، فله مني كل التقدير والاحترام على جهوده النبيلة ورسالته السامية.

كما أتقدم بالشكر إلى كل من ساهم من قريب أو بعيد في إنجاز هذا العمل، وقدم لي يد العون أو كلمة تشجيع أو نصيحة نافعة خلال مسيرتي الدراسية.

وفي الأخير، أسأل الله أن يجزي الجميع خير الجزاء، وأن يجعل ما قدموه في ميزان حسناتهم

Sommaire

Dédicaces

Remerciements

Sommaire

Introduction générale : ..... 1

CHAPITRE I : – CONTEXTE NATIONAL : POLITIQUE ÉNERGÉTIQUE ET PROGRAMME

DE DÉVELOPPEMENT DES Energies EN ALGÉRIE ..... 6

Introduction : ..... 7

1.1 Situation énergétique de l'Algérie : ..... 8

1.1.1 Bilan de la production et consommation d'électricité nationale : ..... 9

• Production nationale d'électricité : ..... 9

• Consommation nationale d'électricité : ..... 9

1.1.2 Dépendance aux hydrocarbures et limites du modèle énergétique actuel : ..... 10

• Une dépendance structurelle aux hydrocarbures : ..... 10

• Pression croissante de la demande interne : ..... 11

• Limites du modèle énergétique actuel : ..... 11

• Vers une transition énergétique nécessaire : ..... 12

1.1.3 Défis de la transition énergétique algérienne : ..... 12

1.1.3.1. Défis liés à la structure énergétique et économique : ..... 12

1.1.3.2. Retard dans le développement des énergies renouvelables : ..... 12

1.1.3.3. Contraintes techniques et infrastructurelles : ..... 13

1.1.3.4. Défis institutionnels et de gouvernance : ..... 13

1.1.3.5. Défis financiers et attractivité des investissements : ..... 13

1.1.3.6. Défis territoriaux et inégalités spatiales : ..... 13

1.1.3.7. Défis environnementaux et climatiques : ..... 14

1.2 Cadre législatif et institutionnel des ENR en Algérie : ..... 14

1.2.1 Loi 02-01 relative à l'électricité et au gaz (2002) : ..... 14

1.2.2 Loi 04-09 relative à la promotion des énergies renouvelables (2004) : ..... 15

1.2.3 Le Programme National de Développement des ENR (PNEREE 2011–2030) : .....	16
1.2.4 Rôle des institutions (SONELGAZ, CDER, CREG, APRUE) : .....	18
1.2.4.1. SONELGAZ : acteur opérationnel principal du système énergétique : .....	18
1.2.4.2. CDER : acteur scientifique et technique de la transition énergétique : .....	18
1.2.4.3. CREG : organe de régulation du marché énergétique : .....	19
1.2.4.4. APRUE : acteur de la maîtrise de l'énergie et de l'efficacité énergétique : .....	19
1.3 Objectifs nationaux et réalisations : .....	20
1.3.1. Objectifs nationaux des énergies renouvelables : .....	20
➤ Exemples concrets liés aux objectifs : .....	21
1.3.2. Réalisations et état d'avancement : .....	21
1.3.2.1. Réalisations concrètes : .....	21
1.3.2.2. État d'avancement global : .....	22
1.3.3. Révision des objectifs et relance du programme : .....	22
1.3.1 Objectif de 15 000 MW d'ENR à l'horizon 2035 : .....	24
1.3.1.1. Structuration progressive de l'objectif (2023–2035) : .....	24
1.3.1.2. Logique stratégique de l'objectif : .....	24
1.3.1.3. État actuel et défis : .....	25
1.3.1.4. Intensification des investissements et indicateurs récents : .....	25
1.3.2 Les centrales photovoltaïques réalisées (Ain El-Ibel/Djelfa 53 MW, 2016) : .....	25
➤ Rôle dans le réseau local : .....	26
➤ Extension prévue : .....	26
➤ Technologie utilisée : .....	26
➤ Impact sur l'électrification rurale : .....	26
1.3.3 Programme de raccordement des exploitations agricoles (12 000 exploitations à Djelfa, 2022–2025) : .....	26
➤ Chronologie et Capillarité Territoriale des Investissements : .....	26
Conclusion : .....	30
<b>CHAPITRE II : PRÉSENTATION DE LA WILAYA DE DJELFA : TERRITOIRE, POPULATION ET BESOINS ÉNERGÉTIQUES</b> .....	<b>31</b>

Introduction : .....	32
2.1 Présentation physique et géographique : .....	33
2.1.1 Localisation : .....	33
2.1.2 Relief, climat steppique et conditions météorologiques : .....	35
• Relief : .....	35
• Les types de relief dans la wilaya de Djelfa : .....	35
• Climat steppique et conditions météorologiques : .....	37
2.1.3 Gisement solaire de la wilaya (irradiation $\geq 3\ 200$ h/an) : .....	42
2.2 Caractéristiques démographiques et socio-économiques : .....	44
2.2.1 Population totale et densité (population dispersée sur vaste territoire) : .....	45
Evolution de la population : .....	45
2.2.2 Taux d'urbanisation et population rurale : .....	47
2.2.3 Activités économiques dominantes : élevage, agriculture steppique et industrie : .....	50
2.2.3.1. L'élevage : .....	50
2.2.3.2. L'agriculture steppique : .....	50
2.2.3.3. L'industrie et les activités économiques secondaires : .....	51
2.3 Infrastructure énergétique existante : .....	53
2.3.1 État du réseau électrique dans la wilaya (HT, MT, BT) : .....	55
2.3.2 Taux d'électrification actuel par commune : .....	62
2.3.2.1. Classification des communes selon la pénétration du réseau électrique : .....	64
2.3.3.1. Répartition géographique des zones de faible couverture électrique dans la wilaya de Djelfa : .....	68
2.3.4 Consommation électrique par secteur (résidentiel, agricole, industriel) : .....	69
2.3.4.1. Le poids écrasant et grandissant du facteur résidentiel : .....	69
2.3.4.2. La demande émergente du secteur agricole : L'enjeu critique du pompage solaire .....	70
2.3.4.3 La part modeste mais stratégique du secteur industriel : .....	71
Conclusion : .....	73
<b>CHAPITRE III — ÉTAT DES LIEUX DE L'ÉLECTRIFICATION RURALE À DJELFA</b> .....	<b>74</b>

Introduction : .....	75
3.1 Diagnostic de l'électrification rurale : .....	76
3.1.1 Analyse géographique et morpho-structurale du territoire de Djelfa : .....	76
3.1.1.1. Une tripartition physique contraignante : .....	76
3.1.1.2. Fragmentation spatiale et dispersion démographique : .....	77
3.1.1.3. Contraintes techniques et analyse des coûts de raccordement : .....	77
3.1.2 Diagnostic territorial et identification des zones de précarité énergétique : .....	79
3.1.2.1. Disparités statistiques et taux de couverture : Urbain vs Rural.....	79
3.1.2.2. Taux d'électrification par commune 2025 : .....	79
3.1.2.3. Analyse granulaire des communes à faible taux de raccordement : .....	81
3.1.2.4. Le concept de "Zones d'ombre" appliqué à la steppe de Djelfa : .....	87
3.1.2.5. La problématique des logements en zones éparses : .....	87
3.1.3 Analyse des obstacles à l'électrification conventionnelle : .....	87
3.1.3.1. Facteurs de distance et dispersion extrême de l'habitat : .....	88
3.1.3.2. Le coût prohibitif de l'extension des lignes MT/BT : .....	90
3.1.3.3. Défis techniques liés au climat semi-aride : .....	91
3.1.3.4. La problématique du foncier et les freins administratifs : .....	91
3.1.3.5. Mutations sociologiques et situation des populations nomades : .....	93
3.1.4 Besoins énergétiques des ménages ruraux : .....	93
3.1.4.1. Profil de consommation énergétique des ménages ruraux : .....	93
3.1.4.2. Analyse des besoins énergétiques agricoles : .....	95
3.1.4.3. Besoins des établissements publics isolés (écoles, postes de santé) : .....	100
3.1.5 Évaluation de la demande non satisfaite : .....	102
3.1.5.1. Analyse du déficit entre l'offre et la demande réelle : .....	102
3.1.5.2. Indicateurs de la demande en attente (Données Wilaya et Énergie) : .....	103
3.1.5.3. Impact du déséquilibre territorial sur l'accès à l'énergie : .....	104
3.1.5.4. Indicateurs socio-économiques et corrélation avec l'énergie : .....	105
3.2 Programme de raccordement conventionnel : .....	106

3.2.1 Trajectoire historique de l'électrification rurale en Algérie : .....	106
3.2.2 Historique des programmes d'électrification rurale à Djelfa : .....	108
3.2.3 Cadre institutionnel et rôle de Sonelgaz : .....	109
3.2.4 Principe du raccordement conventionnel : .....	110
3.3 Programme complémentaire de raccordement (2023 : 12 008 logements) : .....	110
3.3.1 Objectifs et portée du programme (12 008 logements) : .....	111
3.3.2 Répartition territoriale et taux d'avancement : .....	111
3.3.3 Spécificités par rapport au programme des "Zones d'Ombre" : .....	112
3.3.4 Analyse des Coûts d'Extension : .....	113
3.3.4.1. Coût moyen du kilomètre de ligne (MT et BT) : .....	113
3.3.4.2. Facteur de surcoût : Nature du sol et infrastructures de transformation .....	113
3.3.4.3. Comparaison du coût unitaire par foyer raccordé : .....	114
3.3.5. Limites du réseau conventionnel dans les zones très isolées : .....	115
3.3.5.1. Limites de maintenance et vulnérabilité systémique du réseau conventionnel : .....	115
3.4 Enjeux de l'énergie photovoltaïque : Du réseau aux systèmes autonomes : .....	116
3.4.1 Stratégie nationale et applications locales : .....	116
3.4.2 Le gisement solaire de Djelfa : .....	116
3.4.3 Justification économique des kits solaires individuels : .....	117
Conclusion : .....	118
<b>CHAPITRE IV – LE POTENTIEL SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE DE LA WILAYA DE DJELFA</b> .....	119
Introduction : .....	120
4.1 Évaluation du gisement solaire : .....	121
4.1.1 ; Données d'irradiation solaire globale : Synthèse NASA POWER, Meteonorm et CDER : .....	121
4.1.1.1 ; Analyse des données NASA POWER (2020-2026) : .....	121
4.1.1.2. Synthèse Meteonorm et Modélisation Régionale : .....	122
4.1.1.3. Données du CDER et Rapports Officiels (CEREFÉ, APRUE) : .....	122
4.1.2 Durée d'ensoleillement annuel par zone : .....	123

4.1.2.1. Zonage et Potentiel Territorial :.....	123
4.1.2.2. Implications Techniques et Économiques :.....	124
4.1.3 Cartographie du potentiel solaire sur le territoire de la wilaya :.....	124
4.1.3.1 Méthodologie et Données utilisées :.....	124
4.1.3.2 Analyse des critères d'aptitude :.....	126
4.1.3.3 Synthèse et Carte Finale du Potentiel Solaire :.....	136
4.2 Projets photovoltaïques réalisés dans la wilaya :.....	140
4.2.1. Centrale photovoltaïque de Aïn El-Ibel (53 MW, 2016) :.....	141
4.2.1.1. Architecture technique et performances opérationnelles :.....	141
4.2.1.2. Intégration au réseau et renforcement de la dorsale électrique :.....	142
4.2.1.3. Bilan d'exploitation actuel (2020-2026) :.....	142
4.2.2. Électrification rurale et systèmes photovoltaïques autonomes (Off-grid) :.....	142
4.2.2.1. Recensement des projets destinés aux zones d'ombre :.....	143
4.2.2.2. Éclairage public performant et sécurité locale :.....	143
4.2.2.3. Électrification solaire des écoles en zone rurale :.....	144
4.2.3. Pompage solaire agricole :.....	144
4.2.4 Projets pilotes et expérimentaux de l'Université Ziane Achour de Djelfa :.....	148
4.2.4.1. Recensement et Analyse des Programmes Nationaux de Recherche (PNR) :..	148
4.3 Adéquation potentiel solaire / besoins énergétiques ruraux :.....	150
4.3.1. Évaluation du potentiel de puissance installable par commune :.....	150
4.3.1.1 Contraintes foncières et occupation des sols (POS) :.....	152
4.3.2. Dimensionnement technique des systèmes PV autonomes (Off-grid) :.....	154
4.3.2.1. Paramètres de configuration du générateur photovoltaïque :.....	154
4.3.2.2. Dimensionnement du stockage (Batteries) :.....	154
4.3. Analyse Coût-Bénéfice : Photovoltaïque décentralisé vs Extension du réseau :.....	155
4.3.2. Coût moyen d'extension du réseau Sonelgaz :.....	155
4.4 Seuil de rentabilité : LCOE et Distance critique :.....	158
4.4.1. Calculi du LCOE (Levelized Cost of Electricity):.....	158

➤ Détermination de la distance de rentabilité (Distance critique) :.....	158
Conclusion :.....	160
<b>CHAPITRE V – ANALYSE ET DISCUSSION : ENJEUX, CONTRAINTES ET PERSPECTIVES</b> .....	161
Introduction :.....	162
5.1 Enjeux de l'électrification solaire rurale à Djelfa :.....	163
6.1.1. Enjeu Social : La transformation des services de base en zones isolées :.....	163
5.1.1.1. Accès à l'eau et puits pastoraux :.....	163
5.1.1.2. Éclairage rural et kits domestiques pour zones isolées :.....	163
5.1.2. Enjeu Économique : Le solaire comme levier de productivité agropastorale :.....	166
5.1.2.1. Rôle dans le développement des exploitations agricoles :.....	166
5.1.2.2. Soutien au pastoralisme et aménagement de la steppe :.....	166
5.1.3. Enjeu Environnemental : Quantification de l'impact carbone et préservation écologique : .....	168
5.1.3.1. Quantification de la réduction des émissions de CO2 : .....	168
5.1.3.2. Lutte contre la désertification et protection de la biodiversité :.....	169
5.1.4. Enjeu Territorial : Désenclavement et rééquilibrage spatial : .....	169
5.1.4.1. Désenclavement des zones d'ombre :.....	169
5.1.4.2. Rééquilibrage entre le chef-lieu et les communes steppiques :.....	170
5.2 Contraintes et obstacles identifiés :.....	172
5.2.1 Contraintes et techniques :.....	172
5.2.1.1. Analyse des défis liés à la maintenance en zone steppique (poussière, chaleur) : .....	173
5.2.1.2. Le manque de compétences techniques locales à Djelfa : .....	174
5.2.1.3. Les limites technologiques du stockage (batteries) :.....	174
5.2.2 Contraintes financières :.....	175
5.2.2.1. Le coût élevé des équipements photovoltaïques importés : .....	175
5.2.2.2. Problématique du financement initial pour les populations rurales :.....	176
5.2.3 Contraintes institutionnelles :.....	176
5.2.3.1. Centralisation des décisions et lenteurs administratives :.....	176

5.2.3.2. Coordination entre les acteurs (Sonelgaz, APRUE, Collectivités locales) : .....	176
5.2.4 Contraintes sociales : .....	177
5.2.4.1. Acceptabilité sociale et besoin d'appropriation technologique : .....	177
5.2.4.2. Vandalisme potentiel et sécurité des installations : .....	178
5.3 Perspectives et recommandations.....	178
5.3.1 Développement de micro-réseaux solaires villageois : .....	178
5.3.2 Intégration du PV dans les programmes d'habitat rural : .....	181
5.3.3 Approche participative : implication des communes et des habitants : .....	183
5.3.4 Recommandations pour une politique énergétique territoriale décentralisée : .....	185
1. Opérationnalisation et territorialisation du Compte d'Affectation Spéciale (FNMEERC) : .....	186
2. Clarification de la régulation et intégration des micro-puissances au réseau : .....	186
3. Valorisation des Partenariats Public-Privé (PPP) et émergence des IPP locaux : .....	187
4. Ancrage scientifique et R&D territoriale (Université Ziane Achour) : .....	187
Conclusion : .....	188
<b>CONCLUSION GÉNÉRALE</b> .....	189
Conclusion générale : .....	190
Références bibliographiques : .....	192

### Introduction générale :

La sécurité énergétique et l'accès universel à une électricité fiable, abordable et durable constituent aujourd'hui l'un des enjeux socio-économiques et environnementaux les plus urgents à l'échelle mondiale. L'accès à l'énergie est universellement reconnu non seulement comme un moteur indispensable au développement macroéconomique, mais également comme une condition préalable fondamentale à l'éradication de la pauvreté, à l'amélioration de la santé publique et à la garantie d'une éducation de qualité. Cependant, le modèle énergétique mondial, historiquement bâti sur l'exploitation intensive des combustibles fossiles, se heurte aujourd'hui à des limites écologiques et climatiques incontournables. La nécessité de limiter le réchauffement planétaire en deçà de 2°C d'ici la fin du siècle impose une décarbonation rapide et structurelle des matrices de production électrique, catalysant ainsi une transition énergétique mondiale sans précédent vers les sources renouvelables.

En Algérie, cette transition revêt un caractère éminemment stratégique. Le système énergétique national se caractérise par une dépendance quasi absolue aux hydrocarbures, le gaz naturel représentant à lui seul près de 98 % du mix de production électrique. Parallèlement, le pays fait face à une explosion de sa consommation énergétique interne, laquelle a atteint 55 millions de tonnes équivalent pétrole (MTEP) en 2024, soit une croissance annuelle de 5 %. Cette dynamique, propulsée par une croissance démographique soutenue, une urbanisation accélérée et une politique tarifaire fortement subventionnée, engendre une pression croissante sur les ressources fossiles primaires. Elle menace directement les volumes de gaz naturel destinés à l'exportation, fragilisant de fait les équilibres macroéconomiques de l'État et sa souveraineté financière. Face à ces vulnérabilités structurelles, les pouvoirs publics ont engagé une réorientation majeure de leur doctrine énergétique. Le Programme National des Énergies Renouvelables (PNEREE), récemment révisé, fixe désormais un objectif particulièrement ambitieux : le déploiement de 15 000 mégawatts (MW) de capacités de production d'origine renouvelable, très majoritairement solaire photovoltaïque, à l'horizon 2035. Cette accélération se concrétise d'ores et déjà par des importations massives de panneaux solaires, estimées à 2,1 GW pour la seule année 2025, et par le lancement de vastes appels d'offres pilotés par le groupe public Sonelgaz.

Toutefois, si la réalisation de grandes centrales solaires centralisées répond aux impératifs de décarbonation du réseau national et à l'écrêtement des pics de consommation estivale — qui ont franchi le seuil historique de 18 000 MW en juillet 2026 —, elle ne résout qu'imparfaitement l'une des problématiques les plus complexes de l'aménagement du territoire algérien : l'électrification rurale en milieu dispersé. Bien que les statistiques officielles de Sonelgaz affichent un taux d'électrification national frôlant les 99 %, avec plus de 12,2 millions d'abonnés, ces agrégats macroscopiques dissimulent de profondes fractures spatiales. Un recensement rigoureux mené par le Ministère de l'Intérieur, des Collectivités Locales et de l'Aménagement du Territoire a révélé la persistance de 12 561 « zones d'ombre » à travers le

pays, des territoires ruraux enclavés abritant près de 6,8 millions d'habitants qui souffrent d'un déficit chronique en infrastructures de base, dont 4 635 localités prioritairement dépourvues d'alimentation électrique.

Cette fracture territoriale est particulièrement exacerbée dans la région des Hauts Plateaux, et plus spécifiquement dans la wilaya de Djelfa. S'étendant sur une superficie colossale de 32 256 km<sup>2</sup>, représentant environ 1,36 % du territoire national, Djelfa constitue une interface écologique et géographique névralgique entre les régions telliennes du Nord et la vaste plateforme saharienne du Sud. Forte d'une population estimée à 1 895 949 habitants à la fin de l'année 2023, la wilaya se distingue par une vocation agropastorale prédominante. Son modèle d'occupation spatiale est profondément marqué par le pastoralisme de la steppe : près de 18,14 % de la population, soit environ 343 912 personnes, résident dans des « zones éparées » ou des hameaux ultra-isolés. Dans ces territoires, le déploiement du réseau électrique conventionnel se heurte à des obstacles topographiques, climatiques et financiers d'une acuité exceptionnelle. Le coût kilométrique de l'extension des lignes de moyenne tension (MT), couplé aux pertes en ligne par effet Joule et aux contraintes de maintenance en milieu semi-aride, rend l'approche centralisée économiquement irrationnelle pour l'opérateur public.

En l'absence d'une énergie électrique fiable et pérenne, le développement humain et économique de ces zones steppiques se trouve paralysé. L'agriculture irriguée et le pastoralisme, piliers de l'économie locale avec un cheptel ovin dépassant les 3,35 millions de têtes, demeurent entravés par la dépendance coûteuse et polluante aux groupes électrogènes diesel pour l'exhaure de l'eau. Parallèlement, les infrastructures sociocommunautaires (écoles primaires, salles de soins) peinent à assurer leurs missions fondamentales, exacerbant ainsi l'exode rural vers les centres urbains hyper-denses du nord de la wilaya.

D'autres chercheurs et institutions, tels que l'Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Énergie (APRUE) et le Commissariat aux Énergies Renouvelables et à l'Efficacité Énergétique (CEREFÉ), insistent vigoureusement sur la nécessité d'une rupture paradigmatique. Ils plaident pour un abandon de l'extension filaire systématique au profit de solutions décentralisées hors réseau (off-grid), exploitant le gisement solaire exceptionnel de la région (estimé à plus de 3350 heures d'ensoleillement annuel). C'est précisément dans ce contexte multidimensionnel que s'inscrit le présent travail de recherche, qui se propose d'analyser en profondeur les mécanismes de transition d'un modèle d'électrification rurale centralisé vers un modèle territorial décentralisé, fondé sur l'énergie solaire photovoltaïque.

### **Problématique :**

À la lumière de ces éléments, la problématique principale de cette recherche est formulée comme suit : Dans quelle mesure l'intégration des systèmes photovoltaïques autonomes constitue-t-elle une solution techniquement fiable et économiquement viable pour

l'électrification des zones rurales isolées de la wilaya de Djelfa, comparativement à l'extension du réseau électrique conventionnel ?

### **Sous-questions de recherche :**

Quel est le potentiel énergétique solaire de la wilaya de Djelfa et dans quelle mesure permet-il d'assurer le fonctionnement fiable des systèmes photovoltaïques autonomes dans les zones rurales isolées et enclavés ?

Quels sont les avantages économiques et les retombées socioéconomiques des systèmes photovoltaïques autonomes par rapport à l'extension du réseau électrique classique dans les régions rurales éloignées ?

La présente étude s'articule autour de six chapitres :

### • **Chapitre I : Cadre théorique et conceptuel de l'énergie renouvelable**

- Fondements physiques de la conversion photovoltaïque (technologies silicium, jonction p-n) et conceptualise les notions d'espace rural et d'isolement.
- Spot contraintes physiques et financières inhérentes à l'extension des réseaux conventionnels, tout en démontrant les avantages comparatifs et le bilan carbone favorable des systèmes solaires autonomes et du pompage hydraulique.

### • **Chapitre II : Contexte national et politique énergétique en Algérie**

- Il analyse la dépendance structurelle de l'Algérie aux hydrocarbures face à l'augmentation critique de la demande énergétique interne.
- Il examine l'arsenal législatif (Lois 02-01 et 04-09) et la nouvelle orientation stratégique visant l'intégration de 15 000 MW d'origine renouvelable d'ici 2035, en soulignant le rôle institutionnel de Sonelgaz et du CDER.

### • **Chapitre III : Présentation de la wilaya de Djelfa : territoire, population et besoins énergétiques**

- Diagnostic géographique d'un vaste territoire steppique (32 256 km<sup>2</sup>) au climat rude.
- Il étudie la dynamique d'une population de près de 1,9 million d'habitants, l'économie agropastorale prédominante, ainsi que l'architecture et les capacités de l'infrastructure électrique existante.

### • **Chapitre IV : État des lieux et contraintes de l'électrification rurale à Djelfa**

- À travers une approche analytique, il identifie la cartographie des « zones d'ombre » et démontre la non-viabilité économique (coûts prohibitifs) de l'extension du réseau filaire classique pour l'habitat dispersé.

- Il souligne également les vulnérabilités systémiques du réseau face aux contraintes climatiques (tempêtes de sable) et aux blocages fonciers.
- **Chapitre V : Potentiel solaire photovoltaïque de la wilaya**
  - En s'appuyant sur les données satellitaires (NASA) et nationales (CDER), l'étude quantifie l'excellence du gisement radiatif de la région.
  - Infrastructures centralisées (centrale d'Aïn El-Ibel de 53 MW) et valide l'adéquation technique des solutions décentralisées (off-grid) pour répondre aux besoins des foyers isolés et du pompage agricole.
- **Chapitre VI : Analyse, discussion, enjeux et perspectives**
  - Ce dernier chapitre synthétise les bénéfices socio-économiques (santé, éducation) et environnementaux (lutte contre la désertification) du solaire hors réseau.
  - Il formule des recommandations stratégiques novatrices, prônant la mobilisation de financements spécifiques (FNMEERC), l'intégration obligatoire du solaire dans les normes d'habitat rural et la promotion de l'initiative des « Communes Vertes » pour un développement territorial durable.

### **Objectifs de la recherche :**

- Évaluer la viabilité technique et économique de l'intégration des systèmes solaires photovoltaïques autonomes (off-grid) pour l'électrification des zones rurales isolées de la wilaya de Djelfa.
- Analyser les limites structurelles, topographiques et financières de l'extension du réseau électrique conventionnel (Sonelgaz) vers les populations steppiques dispersées (zones d'ombre).
- Évaluer le gisement solaire local et modéliser le potentiel territorial afin de proposer des solutions décentralisées durables (kits solaires, pompage agricole) capables de dynamiser le développement socio-économique local.

### **Hypothèses de travail :**

- **Hypothèse 1 :**

L'extension du réseau électrique conventionnel présente des limites importantes de viabilité économique et technique dans les zones d'habitat dispersé de la wilaya de Djelfa, en raison des coûts élevés de raccordement, des pertes en ligne et des contraintes territoriales.

- **Hypothèse 2 :**

Les systèmes photovoltaïques décentralisés (kits autonomes et systèmes de pompage solaire) constituent une alternative plus rentable rapide et offre une accessibilité plus optimale,

plus résiliente et plus durable pour assurer l'électrification des zones rurales isolées et soutenir le développement local.

- **Hypothèse 3 :**

Le potentiel solaire élevé de la wilaya de Djelfa offre des conditions favorables au déploiement à grande échelle des solutions photovoltaïques destinées aux populations rurales dispersées.

**Méthodologie générale :**

- **Approche analytique et diagnostique :** État des lieux territorial, démographique et énergétique de la wilaya de Djelfa en s'appuyant sur les données institutionnelles (Sonelgaz, CDER, Ministère de l'Intérieur, données locales).
- **Analyse comparative (Technico-économique) :** Confrontation des coûts d'investissement, d'extension (lignes MT/BT) et de maintenance du réseau conventionnel face aux coûts de déploiement des infrastructures solaires autonomes.
- **Modélisation spatiale et climatique :** Utilisation des Systèmes d'Information Géographique (SIG) couplés à l'analyse multicritère (méthode AHP) et croisement des bases de données climatiques (NASA POWER, Meteonorm, ERA5-Land) pour cartographier et évaluer précisément l'aptitude et le potentiel solaire de la région.

CHAPITRE I : — CONTEXTE NATIONAL :  
POLITIQUE ÉNERGÉTIQUE ET  
PROGRAMME  
DE DÉVELOPPEMENT DES Energies  
EN ALGÉRIE

## Introduction :

Le développement des énergies renouvelables en Algérie s’inscrit désormais dans une dynamique de transition progressive, marquée par le passage d’une phase expérimentale à une phase de déploiement à grande échelle. Alors que les premiers projets réalisés au cours de la décennie précédente ont permis de tester les conditions techniques et institutionnelles d’intégration du photovoltaïque dans le système électrique énergétique national, la période récente se caractérise par une intensification des investissements et une diversification des modes d’intervention.

Dans ce cadre, plusieurs initiatives structurantes ont été engagées, notamment la réalisation de centrales photovoltaïques dans les régions des Hauts Plateaux, la mise en œuvre de programmes de raccordement des exploitations agricoles à l’énergie solaire, ainsi que le lancement d’appels d’offres d’envergure visant le développement de capacités importantes en énergie photovoltaïque. Ces actions traduisent une évolution vers une politique énergétique plus intégrée, combinant enjeux énergétiques, économiques et territoriaux.

Ainsi, ce chapitre vise à analyser les réalisations récentes à travers l’étude de projets concrets et de programmes structurants, en mettant en évidence leur rôle dans la mise en œuvre effective des objectifs nationaux de transition énergétique en Algérie.

## 1.1 Situation énergétique de l'Algérie :

La situation énergétique de l'Algérie se caractérise par une forte dépendance à l'énergie fossile, qui constituent l'élément central du système énergétique national, tant du point de vue de la production que de la consommation. En effet, le pétrole et le gaz naturel représentent plus de 90 % du mix énergétique primaire, ce qui reflète une structure énergétique peu diversifiée.

À l'échelle continentale, l'Algérie occupe une position stratégique en tant que premier producteur de gaz naturel en Afrique et l'un des principaux producteurs de pétrole, avec une production énergétique largement orientée vers l'exportation, notamment vers l'Europe. Le secteur des hydrocarbures demeure ainsi un pilier économique majeur, représentant une part importante du PIB (produit intérieur brut) de l'État. ([Energy Information Administration \(EIA\). \(2025\). Algeria country analysis.](#))

Cependant, cette prédominance s'accompagne d'un défi croissant lié à l'augmentation rapide de la consommation intérieure. En 2024, la consommation nationale d'énergie a atteint environ 55 millions de tonnes équivalent pétrole (MTEP), enregistrant une hausse de 5 % par rapport à 2023. ([Ministère de l'Énergie et des Mines. \(2024\). Données sur la consommation énergétique nationale., 2026](#))

Cette progression est principalement liée à la croissance démographique, à l'extension des réseaux énergétiques (taux de raccordement électrique avoisinant 99 %) et à l'amélioration du niveau de vie.

Le secteur électrique reflète également cette dépendance aux énergies fossiles, avec près de 98 % de la production d'électricité issue du gaz naturel. ([Energy Information Administration \(EIA\). \(2025\). Algeria country analysis.](#)) Malgré l'augmentation des capacités installées (environ 26 000 MW en 2024), le système énergétique fait face à des pics de consommation de plus en plus fréquents, notamment en période estivale, en raison des conditions climatiques et de la hausse des besoins domestiques. ([Sonelgaz. \(2024\). Rapport sur la consommation électrique nationale.](#))

Cette dynamique entraîne une pression accrue sur les ressources énergétiques nationales, réduisant progressivement les volumes disponibles pour l'exportation et posant un défi stratégique pour la sécurité énergétique et la soutenabilité économique du pays. ([La consommation nationale atteint des sommets : Le marché énergétique sous pression, 2026](#))

Face à ces enjeux, l'Algérie a engagé une transition énergétique visant à diversifier son mix énergétique et à développer les énergies renouvelables, notamment le photovoltaïque solaire. Le pays dispose d'un potentiel solaire parmi les plus élevés au monde, estimé à environ 170 TWh/an. Dans ce cadre, plusieurs programmes ont été lancés, dont un projet de 2 000 MW d'énergie solaire photovoltaïque initié en 2024, ainsi que des objectifs visant à atteindre une part significative des énergies renouvelables dans le mix énergétique à l'horizon 2030–2035. ([jne-asso.org, 2026](#))

En outre, les autorités publiques, à travers Sonatrach et Sonelgaz, ont adopté des stratégies intégrant l'efficacité énergétique, la réduction des émissions de gaz à effet de serre et le développement de nouvelles filières telles que l'hydrogène vert. ([awras.net, 2026](#))

Ainsi, la situation énergétique de l'Algérie se situe aujourd'hui à la croisée de deux dynamiques : d'une part, la consolidation de son rôle de fournisseur énergétique majeur basé sur les hydrocarbures, et d'autre part, l'engagement et l'orientation progressif vers une transition énergétique durable et propre, indispensable pour répondre aux défis économiques, environnementaux et territoriaux.

### 1.1.1 Bilan de la production et consommation d'électricité nationale :

Le système électrique algérien a connu, au cours de la dernière décennie, une évolution significative marquée par une augmentation continue de la production et de la consommation d'électricité, en réponse à la croissance démographique, à l'urbanisation et à l'amélioration des conditions de vie.

- **Production nationale d'électricité :**

La production nationale d'électricité repose principalement sur les centrales thermiques alimentées au gaz naturel, qui assurent environ 98 % de la production totale. En 2024, la production électrique nationale est estimée à plus de 90 TWh, soutenue par une capacité installée avoisinant 26 000 MW (Sonegaz, 2024)

Cette forte dépendance au gaz naturel s'explique par l'abondance de cette ressource et par le choix stratégique historique de valorisation des hydrocarbures dans le secteur énergétique. Toutefois, cette configuration rend le système électrique vulnérable aux fluctuations de la demande interne et aux contraintes liées à l'approvisionnement en gaz.

Par ailleurs, les capacités de production ont été renforcées ces dernières années grâce à la mise en service de nouvelles centrales électriques, notamment dans les régions du Sud et des Hauts Plateaux, afin d'améliorer la couverture territoriale et de réduire les déséquilibres régionaux.

- **Consommation nationale d'électricité :**

La consommation d'électricité en Algérie connaît une croissance soutenue. En 2024, elle a dépassé 80 TWh, avec un taux de croissance annuel estimé entre 5 et 7 % (Sonegaz, 2024). Cette augmentation est principalement liée à :

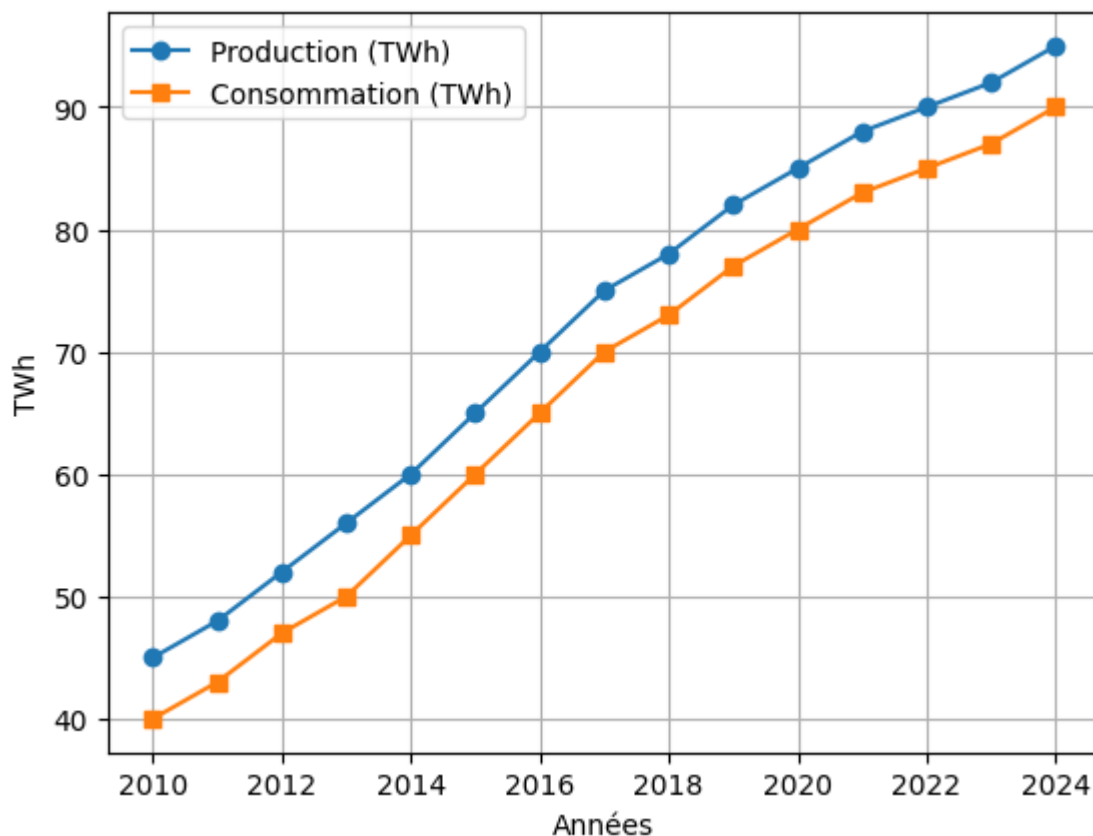
- L'accroissement de la population ;
- L'extension du taux d'électrification ( $\approx 99\%$ ) ;
- La généralisation des équipements électroménagers ;
- L'augmentation de la demande en climatisation, notamment durant les périodes estivales.

Le secteur résidentiel constitue le principal consommateur d'électricité, suivi par les secteurs industriel et tertiaire. Cette structure de consommation traduit une forte pression sur le réseau électrique, particulièrement lors des pics estivaux où la demande peut dépasser 18 000 MW. (Sonegaz, 2024)

Dans ce contexte, le développement des énergies renouvelables, en particulier le photovoltaïque, apparaît comme une solution stratégique pour réduire la pression sur le système électrique, améliorer la sécurité énergétique et assurer une meilleure équité territoriale dans l'accès à l'électricité.

Ainsi, le bilan de la production et de la consommation d'électricité en Algérie met en évidence un système en expansion, mais confronté à des contraintes structurelles qui nécessitent une transition progressive vers un modèle énergétique plus durable.

Figure 1: Évolution de la production et de la consommation d'électricité en Algérie (2010–2024)



Source : Réalisé par l'étudiante à partir des données de Sonelgaz (2024).

### 1.1.2 Dépendance aux hydrocarbures et limites du modèle énergétique actuel :

Le modèle énergétique algérien se caractérise par une forte dépendance aux hydrocarbures, qui constituent le socle du système énergétique national depuis l'indépendance. Cette dépendance se manifeste à la fois dans la production d'énergie, la consommation interne et la structure économique globale du pays.

- **Une dépendance structurelle aux hydrocarbures :**

Les hydrocarbures (pétrole et gaz naturel) représentent plus de 99 % du mix énergétique primaire en Algérie, tandis que le gaz naturel assure à lui seul environ 98 % de la production d'électricité (Energy Information Administration (EIA), 2026). Cette configuration reflète un choix

stratégique historique basé sur l'exploitation et la valorisation des ressources fossiles abondantes.

Sur le plan économique, le secteur des hydrocarbures demeure prédominant, contribuant à une part significative des exportations nationales (plus de 90 %) et des recettes budgétaires de l'État ([Enerdata, 2026](#)). Cette situation rend l'économie algérienne particulièrement vulnérable aux fluctuations des prix internationaux des hydrocarbures.

- **Pression croissante de la demande interne :**

L'un des principaux défis du modèle énergétique actuel réside dans la croissance rapide de la consommation énergétique nationale. L'augmentation de la demande en électricité et en gaz naturel est alimentée par plusieurs facteurs :

- Croissance démographique soutenue ;
- Extension de l'urbanisation et des infrastructures ;
- Généralisation des usages énergétiques dans les ménages ;
- Subventions importantes des prix de l'énergie.

Cette dynamique entraîne une réduction progressive des volumes disponibles pour l'exportation, ce qui affecte directement les revenus extérieurs du pays ([Ministère de l'Énergie, 2024](#))

- **Limites du modèle énergétique actuel :**

Malgré ses performances passées, le modèle énergétique fondé sur les hydrocarbures présente aujourd'hui plusieurs limites majeures :

1. Limites économiques :

- Forte dépendance aux revenus pétroliers et gaziers ;
- Vulnérabilité aux chocs des marchés internationaux ;
- Pression sur les finances publiques liée aux subventions énergétiques.

2. Limites techniques et structurelles :

- Saturation progressive des infrastructures énergétiques ;
- Difficulté à répondre aux pics de consommation ;
- Faible diversification du mix énergétique.

3. Limites environnementales :

- Émissions élevées de gaz à effet de serre ;
- Contribution au changement climatique ;
- Pression accrue sur les ressources naturelles.

4. Limites territoriales :

- Déséquilibres dans la distribution de l'énergie, notamment dans les zones rurales et enclavées ;

- Coûts élevés d'extension des réseaux électriques dans les régions à faible densité.
- **Vers une transition énergétique nécessaire :**

Face à ces contraintes, la transition énergétique apparaît comme une nécessité stratégique pour l'Algérie. Elle vise à :

- Diversifier le mix énergétique ;
- Réduire la dépendance aux hydrocarbures ;
- Promouvoir les énergies renouvelables, notamment le solaire photovoltaïque ;
- Améliorer l'efficacité énergétique.

Dans ce contexte, le développement des énergies renouvelables constitue un levier essentiel pour répondre aux enjeux énergétiques, économiques et territoriaux, en particulier dans les zones rurales où les solutions décentralisées offrent des perspectives prometteuses.

Ainsi, la dépendance aux hydrocarbures, bien qu'ayant permis le développement énergétique du pays, représente aujourd'hui une contrainte majeure qui justifie l'engagement de l'Algérie dans un processus de transition vers un modèle énergétique plus durable et résilient.

### **1.1.3 Défis de la transition énergétique algérienne :**

La transition énergétique en Algérie s'inscrit dans un contexte de transformation du modèle énergétique national, historiquement fondé sur les hydrocarbures. Malgré les efforts engagés, notamment à travers les programmes de développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique, ce processus reste confronté à des défis structurels majeurs.

#### **1.1.3.1. Défis liés à la structure énergétique et économique :**

Le premier défi réside dans la forte dépendance du pays aux hydrocarbures. L'électricité est produite presque exclusivement à partir du gaz naturel, et l'économie nationale repose largement sur les exportations énergétiques. Cette situation limite la capacité de diversification et ralentit l'intégration des énergies renouvelables. ([Algeria energy report, 2026](#))

Par ailleurs, la consommation énergétique finale en Algérie augmente à un rythme moyen de 4 % par an depuis 2010, accentuant la pression sur les ressources nationales et réduisant les volumes exportables. ([Algeria energy report, 2026](#))

#### **1.1.3.2. Retard dans le développement des énergies renouvelables :**

Malgré un potentiel solaire considérable, le développement des énergies renouvelables reste relativement limité. Jusqu'en 2022, la capacité installée en énergies renouvelables ne dépassait pas 589,7 MW, ce qui reste faible comparé aux objectifs nationaux. ([Transition énergétique en Algérie : 2024, année des énergies renouvelables, 2026](#))

Même si des projets récents ont été lancés, comme le programme de 2 000 MW photovoltaïques répartis sur plusieurs wilayas, leur mise en œuvre reste progressive et confrontée à des contraintes techniques et organisationnelles. ([Transition énergétique en Algérie : 2024, année des énergies renouvelables, 2026](#))

### **1.1.3.3. Contraintes techniques et infrastructurelles :**

Le système électrique algérien, historiquement conçu pour une production centralisée basée sur le gaz, présente des limites face à l'intégration des énergies renouvelables :

- Faible flexibilité du réseau électrique ;
- Insuffisance des capacités de stockage ;
- Absence de réseaux intelligents (smart grids) ;
- Difficulté d'intégration des sources intermittentes.

Ces contraintes ralentissent l'adoption à grande échelle du solaire et des autres énergies renouvelables.

### **1.1.3.4. Défis institutionnels et de gouvernance :**

La transition énergétique en Algérie est également freinée par des facteurs institutionnels. Bien que des structures dédiées aient été créées (ministères, agences), la mise en œuvre des politiques reste parfois limitée par :

- La complexité administrative ;
- Le manque de coordination entre acteurs ;
- Une instabilité des cadres institutionnels (réorganisation du secteur énergétique).  
([awras.net](http://awras.net), 2026)

Ces éléments affectent la visibilité et la continuité des politiques publiques.

### **1.1.3.5. Défis financiers et attractivité des investissements :**

Le financement constitue un obstacle majeur. Les investissements nécessaires pour atteindre les objectifs (notamment plusieurs gigawatts d'ici 2030–2035) sont très importants, alors que :

- Les ressources financières dépendent des hydrocarbures ;
- Le cadre d'investissement reste peu attractif pour les acteurs privés ;
- Le coût initial des infrastructures renouvelables demeure élevé.

### **1.1.3.6. Défis territoriaux et inégalités spatiales :**

Dans une perspective d'aménagement du territoire, la transition énergétique pose des enjeux spécifiques, notamment dans les zones rurales et sahariennes :

- Éloignement des réseaux électriques ;
- Coûts élevés de raccordement ;
- Dispersion de l'habitat.

Cependant, ces territoires présentent un fort potentiel pour les solutions décentralisées (photovoltaïque), particulièrement adaptées à l'électrification rurale.

### **1.1.3.7. Défis environnementaux et climatiques :**

L'exploitation intensive des énergies fossiles a engendré des impacts environnementaux significatifs, notamment en termes d'émissions de CO<sub>2</sub> et de dégradation des ressources naturelles. Dans ce contexte, la transition énergétique devient une nécessité pour répondre aux enjeux climatiques globaux ([Energy Transition In Algeria: Opportunities And Challenges, 2026](#))

Ainsi, la transition énergétique en Algérie se heurte à un ensemble de contraintes interdépendantes. Malgré les avancées récentes (projets solaires, stratégies nationales), le processus reste lent et nécessite une réforme structurelle profonde intégrant les dimensions économiques, techniques et territoriales.

## **1.2 Cadre législatif et institutionnel des ENR en Algérie :**

Le cadre législatif et institutionnel des énergies renouvelables (ENR) en Algérie s'est construit de manière progressive. Il repose, d'une part, sur des textes fondateurs ayant organisé le secteur de l'électricité et du gaz, puis, d'autre part, sur des textes spécifiques consacrés à la promotion des énergies renouvelables et à la maîtrise de l'énergie. Sur le plan institutionnel, ce cadre mobilise aujourd'hui principalement le ministère de l'Énergie, des Mines et des Énergies renouvelables, la Commission de Régulation de l'Électricité et du Gaz (CREG), ainsi que des organismes techniques et scientifiques d'appui. Le décret exécutif n° 25-84 du 20 février 2025 confirme que le ministère est chargé de l'élaboration et de la mise en œuvre des politiques et stratégies relatives au développement des énergies nouvelles et renouvelables, à la maîtrise de l'énergie et à l'hydrogène. Il précise également que l'administration centrale comprend une direction générale dédiée aux énergies nouvelles et renouvelables, à la maîtrise de l'énergie et à l'hydrogène. ([Journal officiel de la République algérienne démocratique et populaire. \(2025\)](#))

Dans cette perspective, l'analyse du cadre des ENR en Algérie peut être structurée autour de trois jalons majeurs : la loi n° 02-01 relative à l'électricité et au gaz, la loi n° 04-09 relative à la promotion des énergies renouvelables, et le Programme national de développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique (PNEREE). Ces trois instruments traduisent le passage d'une logique de régulation sectorielle classique à une logique plus large de transition énergétique et de diversification du modèle énergétique national. ([Journal officiel de la République algérienne démocratique et populaire. \(2002\)](#))

### **1.2.1 Loi 02-01 relative à l'électricité et au gaz (2002) :**

La loi n° 02-01 du 5 février 2002 relative à l'électricité et à la distribution du gaz par canalisations constitue le socle juridique moderne du secteur électrique et gazier en Algérie. Dès son article 1er, elle fixe les règles applicables aux activités de production, de transport, de distribution et de commercialisation de l'électricité, ainsi qu'au transport, à la distribution et à la commercialisation du gaz par canalisations. Elle marque ainsi une étape décisive dans la réorganisation du secteur énergétique, en inscrivant ces activités dans une logique de service public exercé selon des règles commerciales. ([Journal officiel de la République algérienne démocratique et populaire. \(2002\)](#))

Cette loi revêt une importance particulière pour les ENR, même si elle n'est pas, à l'origine, une loi spécifiquement dédiée aux énergies renouvelables. En effet, elle a posé les bases institutionnelles et réglementaires nécessaires à l'ouverture progressive du secteur et à la différenciation des fonctions de production, de transport, de distribution et de régulation. Dans une perspective de transition énergétique, cette architecture juridique a ensuite permis d'envisager l'intégration de nouveaux producteurs et de nouvelles technologies, dont les filières renouvelables. ([Journal officiel de la République algérienne démocratique et populaire. \(2002\)](#))

L'apport institutionnel le plus structurant de la loi 02-01 est la création de la Commission de Régulation de l'Électricité et du Gaz (CREG). Les articles 111 et 112 disposent explicitement qu'il est créé une commission de régulation de l'électricité et du gaz, organisme indépendant doté de la personnalité juridique et de l'autonomie financière, dont le siège est fixé à Alger. Les articles 113 à 115 précisent ensuite ses missions, notamment la veille au fonctionnement concurrentiel et transparent du marché, la protection des consommateurs, le contrôle du service public, ainsi que la contribution à l'élaboration des textes d'application. ([Journal officiel de la République algérienne démocratique et populaire. \(2002\)](#))

Pour une lecture territoriale, cette loi est également importante parce qu'elle encadre les concessions de distribution, les conditions d'accès aux réseaux et les obligations de service public. Elle fournit donc le cadre de base à partir duquel seront ensuite pensées les modalités d'intégration territoriale des énergies renouvelables, notamment dans les espaces éloignés et les réseaux isolés du Sud. À ce titre, l'article 94 reconnaît déjà comme coûts permanents du système électrique les surcoûts relatifs à la fourniture de l'électricité dans les réseaux de distribution isolés du Sud, ce qui est particulièrement pertinent pour les problématiques d'électrification rurale. ([Journal officiel de la République algérienne démocratique et populaire. \(2002\)](#))

En somme, la loi 02-01 n'est pas une loi de promotion des ENR au sens strict, mais elle constitue la base réglementaire sans laquelle l'essor ultérieur des renouvelables n'aurait pas pu être institutionnellement encadré. Elle a organisé le marché, créé l'autorité de régulation et préparé le terrain à l'intégration progressive des ENR dans le système électrique national. ([Journal officiel de la République algérienne démocratique et populaire. \(2002\)](#))

### **1.2.2 Loi 04-09 relative à la promotion des énergies renouvelables (2004) :**

La loi n° 04-09 du 14 août 2004 relative à la promotion des énergies renouvelables dans le cadre du développement durable constitue le premier texte algérien spécifiquement consacré aux ENR. Son article 1er précise que la loi a pour objet de fixer les modalités de promotion des énergies renouvelables dans le cadre du développement durable. Cette loi marque donc un changement qualitatif : les énergies renouvelables ne sont plus seulement une possibilité technique ou une option de diversification, mais deviennent un objet explicite de l'action publique. ([JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 52\(2004\)](#))

Le texte inscrit la promotion des ENR dans une logique à la fois énergétique, environnementale et territoriale. Il relie la valorisation des ressources renouvelables aux

exigences du développement durable, ce qui est particulièrement important dans le contexte algérien, où la question énergétique ne se limite pas à la sécurité d’approvisionnement mais touche aussi à l’aménagement du territoire, à la lutte contre les disparités régionales et à la préservation des ressources fossiles. Le champ d’application de la loi couvre les procédés de conversion des énergies renouvelables sous leurs différentes formes, et la promotion des ENR y est envisagée à travers plusieurs filières, notamment solaire, éolienne, géothermique, hydraulique et biomasse. ([JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 52\(2004\)](#))

L’un des apports majeurs de la loi 04-09 réside dans l’institution d’un programme national de promotion des énergies renouvelables. D’après les articles 8 à 10, ce programme regroupe l’ensemble des actions de promotion des ENR, prend la forme d’un programme quinquennal et s’inscrit dans les projections d’aménagement du territoire et de développement durable. Ce lien explicite entre politique énergétique et aménagement territorial est particulièrement important pour les recherches portant sur l’électrification rurale, car il montre que la diffusion des ENR est pensée non seulement comme un enjeu sectoriel, mais aussi comme un levier de structuration spatiale et de réduction des déséquilibres territoriaux. ([JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 52\(2004\)](#))

Sur le plan institutionnel, la loi 04-09 a également légitimé la mise en place d’outils d’appui, d’évaluation et de suivi, en ouvrant la voie à des dispositifs d’incitation, à l’encadrement réglementaire des investissements et à la production de bilans annuels sur l’usage des énergies renouvelables. Dans la durée, elle a servi de référence aux réajustements successifs de la politique nationale, ainsi qu’au déploiement d’organismes spécialisés et de mécanismes de soutien à la maîtrise de l’énergie et à la cogénération. ([Loi n° 04-09 du 27 Joumada Ethania 1425 correspondant au 14 août 2004 relative à la promotion des énergies renouvelables dans le cadre du développement durable, s.d.](#))

Ainsi, si la loi 02-01 a organisé le cadre général du secteur énergétique, la loi 04-09 a, quant à elle, fourni la base normative spécifique de la politique algérienne des ENR. Elle représente le texte fondateur qui a officialisé l’entrée des renouvelables dans l’arsenal législatif national. ([Journal officiel de la République algérienne démocratique et populaire. \(2002\)](#))

### **1.2.3 Le Programme National de Développement des ENR (PNEREE 2011–2030) :**

Dans le prolongement de la loi 04-09, l’Algérie a adopté le Programme national de développement des énergies nouvelles et renouvelables et de l’efficacité énergétique pour la période 2011–2030, approuvé par le Gouvernement le 3 février 2011. Ce programme constitue le principal instrument de planification opérationnelle de la transition énergétique algérienne. Il a traduit, sur le plan programmatique, les orientations posées par la loi de 2004, en assignant des objectifs chiffrés, des filières prioritaires et un calendrier d’intervention. ([Programme Algérien de Développement des Energies Nouvelles et de l’Efficacité Énergétique, 2011](#))

Dans sa philosophie initiale, le PNEREE visait à réduire la dépendance structurelle du modèle énergétique national aux hydrocarbures, à préserver davantage de gaz naturel pour des usages à plus forte valeur stratégique, et à installer progressivement un nouveau mix

énergétique fondé sur la valorisation du potentiel solaire, particulièrement élevé en Algérie. Le programme associait explicitement le développement des renouvelables à l'efficacité énergétique, ce qui montre que la transition était pensée non pas comme une simple substitution technologique, mais comme une transformation plus globale du système énergétique national. (Programme Algérien de Développement des Energies Nouvelles et de l'Efficacité Énergétique, 2011)

Sur le plan institutionnel, la mise en œuvre du programme mobilise plusieurs acteurs. Le ministère assure aujourd'hui l'élaboration et la mise en œuvre des politiques et stratégies nationales dans le domaine des énergies renouvelables, arrête les programmes de développement des capacités de production d'électricité de toute origine et veille à leur réalisation. La direction générale des énergies nouvelles et renouvelables, de la maîtrise de l'énergie et de l'hydrogène est chargée, au sein de l'administration centrale, de définir les politiques de développement des ENR, d'évaluer le potentiel national, de proposer des mesures incitatives et d'établir les rapports annuels des réalisations dans ce domaine. (Journal officiel de la République algérienne démocratique et populaire. (2025)

Le cadre institutionnel de soutien comprend aussi des organismes d'appui et d'expertise. La CREG, créée par la loi 02-01, intervient du côté de la régulation. Le CDER, présenté officiellement comme un centre de recherche dans le domaine des énergies renouvelables en Algérie, contribue à la production de connaissances et à l'appui scientifique. En parallèle, l'architecture institutionnelle du secteur s'est renforcée avec le commissariat aux énergies renouvelables et à l'efficacité énergétique, dont l'organisation a fait l'objet d'ajustements réglementaires récents. (Centre de Développement des Energies Renouvelables, s.d.)

Il convient cependant de distinguer le PNEREE initial (2011–2030) de la trajectoire actuelle de la politique algérienne en matière de renouvelables. Les sources officielles récentes du ministère indiquent que le programme gouvernemental mis en œuvre vise désormais 15 000 MW d'énergie solaire photovoltaïque, avec une première tranche de 3 200 MW en cours de réalisation dans les wilayas du Sud et des Hauts Plateaux. Cette évolution ne remet pas en cause l'importance du PNEREE ; elle montre au contraire que le programme de 2011 a constitué la matrice initiale d'une politique qui a ensuite été réajustée et redimensionnée au fil des priorités nationales et des capacités de mise en œuvre. (People's Democratic Republic Of Algeria, s.d.)

En définitive, le PNEREE représente une étape charnière dans la politique énergétique algérienne. Il a permis de passer d'un cadre législatif d'intention à une logique de programmation, de hiérarchisation des filières et de territorialisation de l'action publique. Pour une étude sur l'électrification rurale et le photovoltaïque, il constitue un référentiel central, car il relie les objectifs de diversification énergétique aux besoins concrets d'équipement, d'accès au service énergétique et de valorisation différenciée des potentiels régionaux. (Programme Algérien de Développement des Energies Nouvelles et de l'Efficacité Énergétique, 2011)

Le cadre législatif et institutionnel des ENR en Algérie s'est donc construit par paliers successifs. La loi 02-01 a organisé le secteur de l'électricité et du gaz et créé l'instance de régulation ; la loi 04-09 a donné une base spécifique à la promotion des énergies renouvelables ; enfin, le PNEREE a opérationnalisé cette orientation sous la forme d'une programmation nationale. L'ensemble témoigne d'une montée en puissance progressive des ENR dans la

politique publique algérienne, même si le passage du texte à la réalisation concrète demeure tributaire de capacités financières, institutionnelles, techniques et territoriales.

#### **1.2.4 Rôle des institutions (SONELGAZ, CDER, CREG, APRUE) :**

Le développement des énergies renouvelables en Algérie repose sur une architecture institutionnelle articulée autour de plusieurs acteurs complémentaires, relevant principalement du secteur de l'énergie. Ces institutions interviennent à différents niveaux : production, régulation, recherche scientifique et maîtrise de l'énergie. Leur coordination est essentielle pour assurer la mise en œuvre effective de la transition énergétique.

##### **1.2.4.1. SONELGAZ : acteur opérationnel principal du système énergétique :**

Le groupe Sonelgaz constitue le principal opérateur public du secteur électrique et gazier en Algérie. Il est chargé de la production, du transport, de la distribution et de la commercialisation de l'électricité, ainsi que du transport et de la distribution du gaz naturel.

En tant qu'entreprise publique, Sonelgaz assure une mission de service public consistant à garantir l'approvisionnement en énergie sur l'ensemble du territoire national, y compris dans les zones enclavées et à faible densité.

Selon les données récentes en 2025, le groupe dessert plus de 12 millions de clients en électricité, ce qui témoigne de son rôle central dans l'accès universel à l'énergie. ([Direction Exécutive Prospective Stratégie et Systèmes d'Information, 2025](#))

Dans le cadre de la transition énergétique, Sonelgaz joue également un rôle stratégique à travers :

- Le développement des infrastructures électriques ;
- L'intégration des énergies renouvelables (notamment photovoltaïque) ;
- La mise en œuvre des projets nationaux d'électrification, notamment rurale ;
- L'investissement dans de nouvelles filières énergétiques.

Ainsi, Sonelgaz constitue le pilier opérationnel de la politique énergétique nationale.

##### **1.2.4.2. CDER : acteur scientifique et technique de la transition énergétique :**

Le Centre de Développement des Énergies Renouvelables (CDER) est un établissement public de recherche scientifique spécialisé dans le domaine des énergies renouvelables.

Ses missions principales s'inscrivent dans le cadre du soutien technique et scientifique aux politiques publiques, notamment :

- La recherche et le développement (R&D) dans les technologies renouvelables ;
- L'évaluation du potentiel énergétique national (solaire, éolien, etc.) ;
- La réalisation d'études techniques et de projets pilotes ;
- La formation et la diffusion des connaissances scientifiques.

Le CDER joue ainsi un rôle clé dans la production de savoir et l’innovation technologique, indispensables au déploiement des énergies renouvelables en Algérie. ([Centre de Développement des Energies Renouvelables, 2026](#))

#### 1.2.4.3. CREG : organe de régulation du marché énergétique :

La Commission de Régulation de l’Électricité et du Gaz (CREG) est une autorité administrative indépendante créée par la loi n° 02-01. Elle dispose de la personnalité juridique et de l’autonomie financière.

Sa mission principale consiste à garantir le bon fonctionnement du marché de l’électricité et du gaz dans un cadre transparent et concurrentiel.

Ses principales fonctions sont :

- Le contrôle du respect des lois et règlements du secteur énergétique ;
- La régulation des tarifs et des conditions d’accès aux réseaux ;
- La protection des consommateurs ;
- Le conseil des pouvoirs publics en matière de politique énergétique.

La CREG constitue ainsi un acteur central dans la gouvernance du secteur énergétique et dans l’encadrement de l’intégration des énergies renouvelables. ([creg.gov.dz, 2026](#))

#### 1.2.4.4. APRUE : acteur de la maîtrise de l’énergie et de l’efficacité énergétique :

L’Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l’Utilisation de l’Énergie (APRUE) est un établissement public chargé de la mise en œuvre de la politique nationale de maîtrise de l’énergie.

Elle est responsable de :

- La mise en œuvre du Programme National de Maîtrise de l’Énergie ;
- La promotion de l’efficacité énergétique ;
- La réduction de la consommation énergétique ;
- La sensibilisation des différents acteurs économiques et sociaux.

Dans le cadre de la transition énergétique, l’APRUE joue un rôle complémentaire aux énergies renouvelables en agissant sur la demande énergétique. Elle contribue ainsi à réduire la pression sur les ressources fossiles et à améliorer la durabilité du système énergétique. ([aprue.org.dz, 2026](#))

**Tableau 1: Rôle des institutions du secteur énergétique en Algérie**

Institution	Nature / Statut	Rôle principal	Missions clés
<b>SONELGAZ</b>	Entreprise publique industrielle et commerciale	Opérateur national de l’électricité et du gaz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Production, transport et distribution d’électricité et de gaz</li> <li>• Service public de l’énergie (couverture nationale)</li> <li>• Développement des infrastructures énergétiques</li> </ul>

Institution	Nature / Statut	Rôle principal	Missions clés
<b>CDER</b>	Établissement public de recherche scientifique	Acteur scientifique et technique des ENR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recherche et développement (R&amp;D)</li> <li>• Évaluation du potentiel énergétique</li> <li>• Réalisation d'études et projets pilotes</li> <li>• Formation scientifique</li> </ul>
<b>CREG</b>	Autorité administrative indépendante	Régulation du secteur énergétique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contrôle du marché électricité/gaz</li> <li>• Régulation des tarifs</li> <li>• Accès aux réseaux</li> <li>• Protection des consommateurs</li> </ul>
<b>APRUE</b>	Établissement public à caractère administratif	Maîtrise de l'énergie et efficacité énergétique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programme national de maîtrise de l'énergie</li> <li>• Promotion de l'efficacité énergétique</li> <li>• Réduction de la consommation</li> <li>• Sensibilisation</li> </ul>

Source : Sonelgaz (2025), CDER (2026), CREG (2026), APRUE (2026).

### 1.3 Objectifs nationaux et réalisations :

La politique énergétique algérienne s'inscrit dans une stratégie de transition progressive visant à diversifier le mix énergétique, réduire la dépendance aux hydrocarbures et valoriser le potentiel national en énergies renouvelables. Cette stratégie repose sur des objectifs nationaux clairement définis et sur des réalisations concrètes, bien que celles-ci demeurent en deçà des ambitions initiales.

#### 1.3.1. Objectifs nationaux des énergies renouvelables :

L'Algérie a adopté officiellement le Programme National de Développement des Énergies Renouvelables et de l'Efficacité Énergétique (PNEREE) le 3 février 2011, dans le cadre d'une réunion du Conseil des ministres, constituant ainsi le principal référentiel stratégique de la transition énergétique nationale ([Programme national de développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique, 2011](#))

Ce programme fixe des objectifs ambitieux à l'horizon 2030, reposant sur la valorisation du potentiel solaire et la diversification du mix énergétique.

Parmi les principaux objectifs définis :

Installer une capacité totale d'environ 22 000 MW d'énergies renouvelables d'ici 2030, dont :

- 12 000 MW destinés à la consommation nationale ;
- 10 000 MW orientés vers l'exportation ;
- Assurer une part d'environ 27 % d'électricité d'origine renouvelable dans la production nationale à l'horizon 2030 ([Ministère de l'Énergie, 2024](#)) ;
- Développer prioritairement le solaire photovoltaïque, considéré comme la filière stratégique principale, en raison du fort ensoleillement du territoire algérien ;
- Réduire la consommation interne de gaz naturel, notamment dans la production d'électricité, afin de préserver les capacités d'exportation ([Ministère de l'Énergie, 2024](#));

- Promouvoir une industrie nationale des énergies renouvelables, incluant la fabrication d'équipements et la création d'emplois qualifiés.

➤ **Exemples concrets liés aux objectifs :**

- 2011 : adoption officielle du programme PNEREE avec un objectif initial de 22 000 MW ([Programme Algérien de Développement des Energies Nouvelles et de l'Efficacité Energétique, 2011](#))
- 2014–2016 : mise en service de plusieurs centrales photovoltaïques dans le Sud (Adrar, Ghardaïa, Ouargla), illustrant la phase pilote du programme ([Programme Algérien de Développement des Energies Nouvelles et de l'Efficacité Energétique, 2011](#))
- 2020 : révision de la stratégie nationale avec un ajustement de la part des ENR à 27 % du mix électrique ([Ministère de l'Énergie, 2024](#))
- 2023–2024 : lancement d'un programme national de 2 000 MW de centrales photovoltaïques réparties sur plusieurs wilayas, dans le cadre de la relance de la transition énergétique ([Ministère de l'Énergie, 2024](#)).
- 2024 : annonce d'un objectif renforcé de 15 000 MW d'énergie solaire à moyen terme, confirmant la priorité accordée au photovoltaïque ([Ministère de l'Énergie, 2024](#)).

**1.3.2. Réalisations et état d'avancement :**

Malgré les objectifs ambitieux fixés dans le cadre du Programme National de Développement des Énergies Renouvelables (PNEREE), les réalisations enregistrées ont connu un certain retard par rapport aux prévisions initiales. La première phase du programme (2011–2015) a été essentiellement consacrée à la mise en place de projets pilotes et à la structuration du cadre technique et institutionnel ([Programme Algérien de Développement des Energies Nouvelles et de l'Efficacité Energétique, 2011](#))

1.3.2.1. Réalisations concrètes :

Plusieurs projets ont été réalisés au cours de cette période, illustrant le lancement effectif de la transition énergétique en Algérie :

- 2011 : mise en service de la centrale hybride solaire-gaz de Hassi R'mel (150 MW), dont environ 25 MW en solaire thermique, considérée comme le premier projet d'intégration des énergies renouvelables à grande échelle en Algérie ([Ministère de l'Énergie, 2012](#));
- 2014–2016 : réalisation et mise en service de plusieurs centrales photovoltaïques dans les régions du Sud, notamment :
  - a) Adrar (20 MW)
  - b) Ghardaïa (20 MW)
  - c) Ouargla (15 MW)
  - d) El Oued (10 MW)
  - e) Tamanrasset (13 MW)

Ces projets s'inscrivent dans le cadre du programme des centrales photovoltaïques du Sud, visant à tester l'intégration du solaire dans le réseau électrique national ;

- 2014 : mise en service du premier parc éolien à Adrar (Kabertène) d'une capacité de 10 MW, marquant le lancement de la filière éolienne en Algérie ([creg.gov.dz](http://creg.gov.dz), 2026);
- 2011–2018 : réalisation de plusieurs études nationales par le CDER portant sur :
  - a) Le potentiel solaire (irradiation > 2000 kWh/m<sup>2</sup>/an dans le Sud) ;
  - b) Le potentiel éolien ;
  - c) Les scénarios de transition énergétique.

#### 1.3.2.2. État d'avancement global :

À la fin de cette première phase, la capacité installée en énergies renouvelables reste relativement limitée, estimée à environ 400 à 500 MW à l'échelle nationale. ([CREG, 2020](#))

Ce niveau reste inférieur aux objectifs initiaux du PNEREE, en raison de plusieurs facteurs :

- a) Contraintes techniques liées à l'intégration au réseau ;
- b) Lenteur des procédures de mise en œuvre ;
- c) Dépendance aux technologies importées ;
- d) Cadre d'investissement encore peu attractif.

#### 1.3.3. Révision des objectifs et relance du programme :

Face à ces retards, les autorités ont procédé à une révision progressive des objectifs :

- 2015 : ajustement du programme national avec une révision des priorités vers le photovoltaïque ;
- 2020 : révision de la part des énergies renouvelables à environ 27 % du mix électrique à l'horizon 2030, au lieu des objectifs initiaux plus ambitieux (Ministère de l'Énergie, 2020) ;
- 2023–2024 : lancement d'un nouveau programme de 2 000 MW de centrales photovoltaïques, réparties sur plusieurs wilayas. ([Ministère de l'Énergie, 2024](#))

Ainsi, les réalisations en matière d'énergies renouvelables en Algérie ont permis de poser les bases techniques et institutionnelles de la transition énergétique. Toutefois, leur rythme reste en deçà des objectifs initiaux, ce qui a conduit à une révision des ambitions et à une relance récente du programme national.

**Tableau 2: Évolution chronologique des réalisations des énergies renouvelables en Algérie**

Année	Projet / Événement	Localisation	Capacité	Observation
2011	Mise en service de la centrale hybride solaire-gaz	Hassi R'mel	150 MW (dont ~25 MW solaire)	Premier projet ENR à grande échelle en Algérie
2013/2014	Lancement du programme des centrales photovoltaïques du Sud	Sud algérien	—	Début de la phase pilote du PNEREE
2014	Mise en service du parc éolien	Adrar (Kabertène)	10 MW	Première centrale éolienne en Algérie
2014/2016	Mise en service de centrales photovoltaïques	Adrar, Ghardaïa, Ouargla, El Oued, Tamanrasset	~100+ MW cumulés	Déploiement du solaire dans les régions sahariennes
2017/2018	Renforcement des études techniques (CDER)	National	—	Évaluation du potentiel solaire et éolien
2020	Révision des objectifs ENR	National	—	Ajustement à 27 % du mix électrique
2023	Lancement du programme solaire national	Plusieurs wilayas	2000 MW	Relance du programme photovoltaïque
2024	Accélération du programme ENR	Sud & Hauts Plateaux	—	Début de réalisation des centrales PV
2025 (objectif)	Extension du programme solaire	National	Jusqu'à 15 000 MW (objectif)	Nouvelle stratégie énergétique

Source : Ministère de l'Énergie (2012, 2020, 2024), CREG (2020), CDER (2018)

### 1.3.1 Objectif de 15 000 MW d'ENR à l'horizon 2035 :

Dans le cadre de la révision de sa politique énergétique, l'Algérie a fixé un nouvel objectif stratégique visant à atteindre une capacité installée de 15 000 MW d'énergies renouvelables, principalement solaires, à l'horizon 2035. Cet objectif s'inscrit dans la continuité du Programme National des Énergies Renouvelables (PNEREE), tout en traduisant une réorientation vers une approche plus réaliste et progressive (Ministère de l'Énergie, 2024).

Ce programme repose principalement sur le développement du solaire photovoltaïque, considéré comme la filière prioritaire en raison du fort potentiel solaire du pays. Selon les déclarations officielles, cet objectif s'inscrit également dans une stratégie globale visant à porter la part des énergies renouvelables à environ 30 % du mix électrique d'ici 2035 (Ministère de l'Énergie, 2024).

#### 1.3.1.1. Structuration progressive de l'objectif (2023–2035) :

La mise en œuvre de cet objectif repose sur une planification par phases successives :

- 2023–2024 : lancement du programme national de 2 000 MW de centrales photovoltaïques, réparties sur plusieurs wilayas, représentant la première phase opérationnelle du programme ;
- 2024 : lancement d'un ensemble de 20 centrales solaires (dont 15 centrales totalisant 2 GW et 5 autres totalisant 1 GW), dans le cadre d'une stratégie d'accélération ;
- 2026 : Prévision de mise en service de 9 centrales, permettant d'injecter de nouvelles capacités dans le réseau électrique national ;
- 2027 (objectif intermédiaire) : atteindre environ 3 200 MW de capacité installée, constituant une étape clé vers l'objectif global ;
- 2035 (objectif final) : atteindre 15 000 MW, répartis sur plus de 40 wilayas, avec une forte dominance du solaire photovoltaïque. ([Énergies renouvelables: L'Algérie en route vers les 15000 MW, 2025](#))

#### 1.3.1.2. Logique stratégique de l'objectif :

L'objectif de 15 000 MW répond à plusieurs enjeux stratégiques :

- Réduction de la dépendance au gaz naturel, qui assure actuellement plus de 95 % de la production électrique ;
- Préservation des ressources fossiles pour l'exportation ;
- Réduction des émissions de gaz à effet de serre, dans le cadre des engagements climatiques de l'Algérie ;
- Développement d'une industrie nationale des énergies renouvelables.

Par ailleurs, les autorités ont indiqué que 6 000 MW devraient être réalisés entre 2023 et 2027, ce qui montre une volonté d'accélération du programme ([ARKAB EXPLIQUE, À DOHA, L'AMBITIEUX PROGRAMME DES ÉNERGIES RENOUVELABLES : L'Algérie vise 15 000 MW à l'horizon 2035, 2023](#)).

### 1.3.1.3. État actuel et défis :

Malgré ces ambitions, la capacité installée en énergies renouvelables reste encore limitée, estimée à environ 600 MW en 2024, soit moins de 1 % de la production électrique nationale ([Énergies renouvelables : L'Algérie vise 27% en 2035 avec le soutien du PNUD, 2025](#)).

Ce décalage entre objectifs et réalisations s'explique par plusieurs contraintes :

- Lenteur dans la mise en œuvre des projets ;
- Contraintes techniques liées au réseau électrique ;
- Dépendance aux équipements importés ;
- Cadre d'investissement encore en évolution.
- Pics de consommation saisonniers : liés aux conditions climatiques extrêmes ;
- Dépendance au gaz naturel : limitant la diversification énergétique ;
- Pression sur les infrastructures : notamment dans les zones rurales et enclavées ;
- Réduction des excédents exportables de gaz : due à l'augmentation de la consommation interne.

### 1.3.1.4. Intensification des investissements et indicateurs récents :

L'année 2025 marque une accélération notable du programme :

- a) Les importations de panneaux solaires ont été multipliées par six, atteignant environ 2,1 GW contre 350 MW en 2024 ;
- b) Une croissance annuelle de plus de 112 % a été enregistrée dans les importations de panneaux photovoltaïques ;
- c) Une capacité additionnelle de 1 480 MW est attendue à court terme grâce à la mise en service de nouvelles centrales. ([Transition énergétique : L'Algérie met le paquet sur le solaire, 2026](#))

Ces indicateurs traduisent une transition vers une phase de déploiement intensif des énergies renouvelables.

### 1.3.2 Les centrales photovoltaïques réalisées (Ain El-Ibel/Djelfa 53 MW, 2016) :

La centrale solaire d'Aïn El-Ibel, située à Djelfa, a été inaugurée en avril 2016 avec une puissance installée de 20 MW

. Une deuxième phase d'environ 33 MW a été achevée en 2017 (portant la puissance totale à 53 MW), selon des publications du secteur de l'énergie

. Des sources officielles du gouvernement (ministère de l'Énergie) confirment la phase de 20 MW et mentionnent un projet d'extension à 60 MW

. La centrale utilise des modules photovoltaïques en silicium cristallin à inclinaison fixe, équipés d'onduleurs de 500 kW alimentant deux sous-stations de 30 kV

. Elle bénéficie d'environ 2 800 heures d'ensoleillement de pointe par an, ce qui lui permet de produire environ 50 à 60 GWh par an pour la phase de 20 MW

. Cette énergie propre permet de remplacer environ 24 millions de m<sup>3</sup> de gaz par an

et améliore la stabilité du réseau dans la région de Djelfa. ([Ain-El-Idjel - Djelfa - Centrales solaires - 53MW - Algérie, 2026](#))

➤ **Rôle dans le réseau local :**

L'énergie produite alimente le réseau 30 kV de Djelfa, contribuant à la stabilité électrique des Hauts-Plateaux. Elle permet de décharger les centrales au gaz fossile locales et d'améliorer l'autonomie énergétique de la région. ([Le Ministre de l'Énergie en visite dans la wilaya de Djelfa, 2026](#))

➤ **Extension prévue :**

Dès 2016, un projet d'extension a été lancé pour porter la capacité totale à 60 MW (sur 120 ha), Cette extension multiplierait la production énergétique locale et faciliterait encore plus l'électrification rurale. ([Djelfa : Une centrale solaire de 20 mégawatt inauguré, 2026](#))

➤ **Technologie utilisée :**

Modules silicium polycristallin (haut rendement) sur structures fixes, fournissant une énergie propre à facteur de capacité ~0,3. Les équipements (modules, onduleurs et postes 30 kV) répondent aux standards de la filière photovoltaïque algérienne, sous la supervision du CDER et de CREDEG.

➤ **Impact sur l'électrification rurale :**

Bien que cette centrale soit raccordée au réseau, elle sert indirectement l'électrification rurale en libérant de la capacité de production. Elle améliore la qualité de l'alimentation électrique des villages proches d'Aïn El-Idjel, favorisant leur raccordement au réseau conventionnel. Le gain environnemental (réduction des GES) bénéficie aussi aux zones rurales alentour. ([Djelfa : Une centrale solaire de 20 mégawatt inauguré, 2026](#))

### **1.3.3 Programme de raccordement des exploitations agricoles (12 000 exploitations à Djelfa, 2022–2025) :**

Le programme national lancé en 2022 vise à raccorder 12 000 exploitations agricoles de la wilaya de Djelfa d'ici fin 2025. L'objectif est de généraliser l'accès à l'électricité dans cette grande région céréalière. Selon les bilans officiels récents, plus de 100 000 exploitations agricoles ont été raccordées au réseau dans tout le pays depuis 2020 un effort collectif auquel Djelfa contribue progressivement. ([Plus de 100.000 exploitations agricoles raccordées au réseau électrique depuis 2020, 2026](#))

➤ **Chronologie et Capillarité Territoriale des Investissements :**

La progression des raccordements s'est faite de manière exponentielle, s'étendant des pôles urbains vers les zones rurales les plus reculées :

1. L'Amorce (2022-2023) : Le programme a démarré par le traitement des grappes d'exploitations les plus proches du réseau existant. Dès la première année, des centaines d'exploitations ont été activées (ex: 287 exploitations avec 488 km de

réseau dans 25 communes, dont Benhar et El Birine). Fin 2023, la wilaya recensait déjà 1 950 périmètres connectés.

2. La Massification (2024-2025) : L'accélération s'est cristallisée avec le traitement simultané de milliers de dossiers. Une tranche majeure de plus de 5 200 exploitations a été mise en chantier, dont 3 464 finalisées à court terme, nécessitant la construction de 2 845 km de lignes (moyenne et basse tension) et l'implantation vertigineuse de 1 290 postes transformateurs, pour un coût dépassant les 10 milliards de dinars algériens.
3. L'Aboutissement (2025-2026) : Le franchissement du cap des 12 000 unités raccordées s'est accompagné d'opérations chirurgicales de très haute intensité capitalistique dans des communes enclavées.

Pour appréhender la dimension financière et infrastructurelle de ce programme, une analyse détaillée d'échantillons de projets locaux inaugurés révèle le coût unitaire exorbitant assumé par la collectivité. Le tableau suivant synthétise des projets phares, accompagnés des liens vers les communiqués officiels ou la presse étatique :

**Tableau 3: Données relatives au raccordement électrique des exploitations agricoles dans certaines communes de la wilaya de Djelfa**

Commune / Région Agricole	Nombre d'exploitations raccordées	Linéaire du réseau (km)	Postes transformateurs (MT/BT)	Enveloppe financière allouée (Millions DA)	Coût moyen par exploitation (Millions DA)
Daldoul (zones : Oum Chkake, El Khobani, etc.)	145	105	34	415,45	~2,86
Douis (zones : El Khadra, Bahbah, Guesaâ)	97	82	25	290,00	~2,98
Ain El Ibel (zone : M'ziguida)	57	30	15	130,00	~2,28
Lakhmis et El Guernini (zones : El Kherba, Griguer)	133	92	33	422,00	~3,17

Source : Réalisé par l'étudiante à partir des données de la Direction de l'Énergie et des Mines de la wilaya de Djelfa, 2025.

L'analyse de ces données met en exergue un constat fondamental : le coût moyen d'un raccordement individuel varie entre 2,2 et 3,1 millions de dinars. Cet investissement unitaire démontre l'ampleur de l'effort étatique. L'électrification n'est pas ici une simple prestation de service commercial, mais un acte d'aménagement du territoire, transformant des zones arides en bassins de production à forte valeur ajoutée.

➤ Impacts Directs : Transformation Agro-Industrielle et Sécurité Alimentaire :

L'électrification totale d'une wilaya de la taille de Djelfa (une Superficie Agricole Totale d'environ 2 501 093 hectares, dont 378 665 hectares de Superficie Agricole Utile) engendre des externalités positives massives sur la morphologie même de son économie. Libérés de la contrainte énergétique, les agriculteurs ont opéré un glissement spectaculaire des cultures pluviales aléatoires vers des cultures irriguées intensives. (Djelfa : Raccordement de plus de 12.000 exploitations agricoles à l'électricité (ministre), 2026)

1. L'Essor des Cultures Stratégiques : La Pomme de Terre

Le marqueur le plus évident de cette révolution est l'explosion des superficies dédiées à la culture de la pomme de terre, produit névralgique pour la régulation des prix sur le marché national. Disposant désormais de pompes capables de fonctionner 24h/24 pour alimenter les rampes d'irrigation par aspersion ou les pivots géants, la wilaya consacre environ 6 000 hectares à la seule pomme de terre d'arrière-saison (tardive) et plus de 3 200 hectares à la production saisonnière. (Djelfa : Raccordement de plus de 12.000 exploitations agricoles à l'électricité (ministre), 2026)

Dans la seule commune de Douis, par exemple, la mise en service du réseau électrique pour 97 exploitations a permis d'étendre la surface dédiée à la pomme de terre à plus de 500 hectares, sécurisant ainsi les rendements face aux pics de chaleur et à l'évapotranspiration sévère caractérisant le climat semi-aride de la région. La stabilité de la tension électrique permet de maintenir des protocoles d'irrigation stricts, évitant le stress hydrique des tubercules, qui altérait jadis la qualité et la quantité des récoltes lors des pannes de groupes électrogènes. (Djelfa : Raccordement de plus de 12.000 exploitations agricoles à l'électricité (ministre), 2026)

2. L'Arboriculture Intensive : Le Boom Oléicole

Le second vecteur de croissance est l'arboriculture, et tout particulièrement l'oléiculture. L'olivier, arbre résilient et adapté au climat steppique, a connu une expansion foudroyante sous l'effet de la disponibilité de l'eau. Entre 2021 et 2022, la superficie cultivée en oliviers est passée de 9 000 à 11 000 hectares, une courbe ascendante qui s'est maintenue jusqu'en 2026. (Djelfa : Raccordement de plus de 12.000 exploitations agricoles à l'électricité (ministre), 2026)

Cette augmentation des surfaces a généré une demande en aval pour la transformation. Des dizaines de nouvelles huileries, fonctionnant elles-mêmes à l'électricité industrielle fournie par le réseau étendu de SONELGAZ, ont essaimé dans la wilaya, propulsant la production d'huile d'olive de la région à plus de 4,3 millions de litres annuels. Certains domaines oléicoles locaux se distinguent même par l'adoption de normes biologiques rigoureuses, proscrivant les engrais chimiques au profit de techniques modernes de fertirrigation (injection de nutriments

via le réseau d'eau, alimentée électriquement). (Agriculture : l'Algérie vise à numériser toutes les transactions agricoles en 2024, 2026)

### 3. Vers un Pôle Agro-Industriel Intégré

L'agriculture de Djelfa, historiquement tournée vers le pastoralisme (viande ovine, laine), se diversifie et s'industrialise. La hausse fulgurante de la production végétale a imposé la modernisation des infrastructures de stockage. L'État a ainsi financé, via le Programme Complémentaire, de nouveaux centres de proximité et des silos en béton pour la collecte des céréales (blé dur, orge), notamment dans des localités comme Taâdmit et aux abords de la ville de Djelfa. Ces structures, hautement mécanisées et climatisées, évitent les pertes post-récolte. S'y ajoutent les minoteries, les unités de conditionnement frigorifique pour la pomme de terre et les abattoirs industriels (comme à Hassi Bahbah), qui forment désormais un maillage agro-industriel dense, générant des milliers d'emplois directs et stabilisant la population rurale. (ecotimes, 2026) (lecourrier-dalgerie, 2026)

## Conclusion :

L'analyse du contexte national met en exergue un point d'inflexion décisif pour la politique énergétique algérienne. Historiquement fondé sur l'exploitation exclusive des hydrocarbures, le modèle énergétique centralisé se heurte aujourd'hui à des limites structurelles incontournables. La croissance soutenue de la demande interne — alimentée par une électrification quasi-totale, l'essor démographique et des politiques tarifaires subventionnées — exerce une pression croissante sur les ressources primaires. Cette dynamique menace directement les volumes de gaz naturel destinés à l'exportation, fragilisant ainsi la principale source de revenus de l'État et ses équilibres macroéconomiques. Pour pallier ces vulnérabilités, la relance du Programme National de Développement des Énergies Renouvelables, avec l'objectif de déployer 15 000 MW de capacités solaires photovoltaïques d'ici 2035, marque une réorientation stratégique majeure. Appuyée par une structuration institutionnelle et législative progressive, cette politique vise à diversifier le mix électrique, à réduire la dépendance au gaz pour la production d'électricité et à instaurer une souveraineté énergétique pérenne.

Les implications de cette politique de transition transcendent la simple substitution technologique ; elles conditionnent l'avenir économique et environnemental de l'Algérie. En préservant les ressources fossiles pour l'exportation ou la valorisation pétrochimique, le pays sécurise le financement de son développement. Sur le plan environnemental et territorial, le déploiement des infrastructures solaires et les vastes programmes de raccordement électrique transforment la morphologie des régions intérieures. La wilaya de Djelfa en constitue un paradigme : l'accès généralisé à l'énergie dans les zones isolées a permis le basculement vers une agriculture irriguée intensive, catalysant l'émergence de pôles agro-industriels intégrés qui renforcent la sécurité alimentaire nationale tout en atténuant l'empreinte carbone globale du pays.

Toutefois, la concrétisation de ces ambitions macro-stratégiques et institutionnelles demeure intrinsèquement subordonnée à la capacité du système électrique à assimiler ces nouvelles sources d'énergie intermittentes. Le passage d'une planification nationale à son déploiement effectif sur le terrain requiert une maîtrise approfondie des contraintes physiques du réseau et des spécificités de chaque site. C'est précisément l'étude de ces paramètres locaux, axée sur l'optimisation technique, le dimensionnement et la modélisation des systèmes de production adaptés.

# CHAPITRE II : PRÉSENTATION DE LA WILAYA DE DJELFA : TERRITOIRE, POPULATION ET BESOINS ÉNERGÉTIQUES

## Introduction :

La compréhension des caractéristiques territoriales, démographiques et énergétiques d'une région constitue une étape fondamentale pour toute étude portant sur le développement territorial et la planification énergétique. Dans ce contexte, la wilaya de Djelfa représente un espace particulièrement intéressant en raison de sa position géographique stratégique au centre de l'Algérie, de l'étendue de son territoire et de ses importantes ressources naturelles, notamment son potentiel solaire élevé.

En effet, la wilaya de Djelfa se distingue par un environnement physique dominé par les Hautes Plaines steppiques et les reliefs de l'Atlas saharien, ainsi que par des conditions climatiques caractérisées par un fort ensoleillement et une aridité marquée. Ces caractéristiques naturelles influencent directement la répartition de la population, les activités économiques dominantes et les besoins énergétiques de la région.

Par ailleurs, la croissance démographique, l'expansion urbaine et le développement des activités agricoles et industrielles ont entraîné une augmentation progressive de la demande en énergie. L'analyse des infrastructures énergétiques existantes, notamment le réseau électrique et la consommation par secteur, permet ainsi d'évaluer les besoins actuels et futurs en énergie dans la wilaya.

Ainsi, ce chapitre vise à présenter une analyse globale de la wilaya de Djelfa à travers trois axes principaux : les caractéristiques physiques et géographiques du territoire, les données démographiques et socio-économiques, ainsi que l'état des infrastructures énergétiques et les besoins énergétiques de la région.

## 2.1 Présentation physique et géographique :

La wilaya de Djelfa se distingue par une grande diversité géographique et naturelle qui lui confère une position particulière dans l'organisation territoriale de l'Algérie. Elle appartient à la zone des Hautes Plaines steppiques et constitue une zone de transition entre le Tell au nord et le Sahara au sud. Cette position géographique influence fortement les caractéristiques naturelles de la région, notamment son relief, son climat et son écosystème steppique. (monographie djelfa2023)

Le territoire de la wilaya est marqué par la présence de trois grands ensembles morphologiques principaux : les Hautes Plaines au nord, les monts de l'Atlas saharien au centre et la plate-forme saharienne au sud. Ces ensembles présentent des caractéristiques topographiques différentes qui influencent les activités humaines, l'occupation du sol et les potentialités naturelles de la région. (monographie djelfa2023)

Les Hautes Plaines se caractérisent par des reliefs relativement plats et des dépressions fermées où l'on observe la présence de chotts et de dayas. L'Atlas saharien, quant à lui, constitue la zone la plus élevée de la wilaya avec des altitudes pouvant dépasser 1500 mètres. Enfin, la plate-forme saharienne au sud présente des paysages plus monotones et désertiques avec des reliefs très peu accidentés et des altitudes plus faibles. (monographie djelfa2023)

Ainsi, la diversité des formes de relief et des milieux naturels confère à la wilaya de Djelfa un environnement géographique spécifique caractérisé par une dominance du paysage steppique et des conditions climatiques arides à semi-arides. (monographie djelfa2023)

### 2.1.1 Localisation :

La wilaya de Djelfa est située dans la partie centrale de l'Algérie du Nord, au-delà des piémonts sud de l'Atlas tellien. Elle occupe une position stratégique entre les régions du nord et les régions sahariennes. Le chef-lieu de wilaya se trouve à environ 300 km au sud de la capitale Alger. (monographie djelfa2023)

Géographiquement, la wilaya s'étend entre 2° et 5° de longitude Est et entre 33° et 35° de latitude Nord. Elle est limitée :

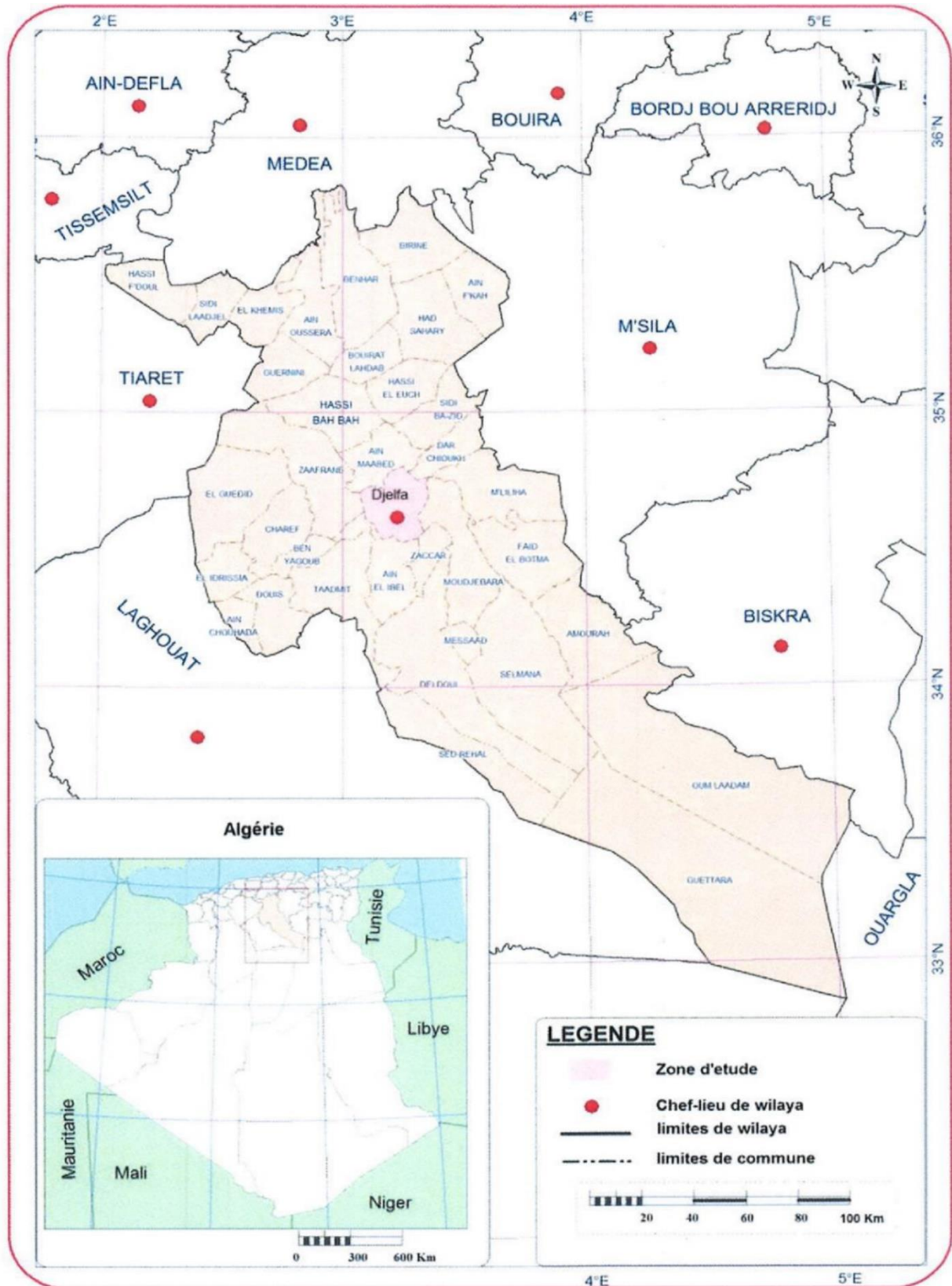
- Au Nord par les wilayas de Médéa et Tissemsilt
- À l'Est par les wilayas de M'Sila et Biskra
- À l'Ouest par les wilayas de Laghouat et Tiaret
- Au Sud par les wilayas d'Ouargla, El Oued et Ghardaïa

La wilaya de Djelfa couvre une superficie d'environ 32 256,35 km<sup>2</sup>, représentant environ 1,36 % de la superficie totale du territoire national. Elle comprend actuellement 36 communes regroupées en 12 daïras, ce qui témoigne de l'étendue et de l'importance administrative de son territoire.

Cette position géographique et l'étendue de son territoire font de la wilaya de Djelfa une région de transition entre les zones telliennes et sahariennes, caractérisée par un environnement

naturel dominé par les paysages steppiques et les reliefs de l'Atlas saharien. (monographie djelfa 2023 )

Figure 2: Carte de localisation de la wilaya de Djelfa en Algérie



Source : Analyse du lotissement public et privé dans la ville de Djelfa, cas de la cité de Berbih, mémoire de master.

### 2.1.2 Relief, climat steppique et conditions météorologiques :

- **Relief :**

La wilaya de Djelfa se caractérise par une grande diversité du relief en raison de sa position géographique et de l'étendue de son territoire qui couvre une superficie d'environ 32 256,35 km<sup>2</sup>, soit 1,36 % de la superficie totale de l'Algérie. Cette vaste superficie a favorisé l'apparition de plusieurs formes de relief réparties sur l'ensemble du territoire de la wilaya.

Une chaîne montagneuse traverse la partie centrale de la wilaya et fait partie de l'Atlas saharien. Elle s'étend de la daïra de Dar Chioukh à l'est jusqu'à la région d'Idrissia à l'ouest. Cette chaîne comprend plusieurs sommets montagneux, dont le plus important est Djebel Mahassen El Kefa, situé près de la région de Ben Yagoub, avec une altitude atteignant environ 1613 mètres. L'altitude diminue progressivement vers l'ouest.

Parmi les reliefs importants de la région figure également Djebel Boukahil, situé au nord-est de la daïra de Messaad et s'étendant jusqu'à Boussaâda. On trouve aussi Djebel El Melh, appelé localement Hadjr El Melh, considéré comme le troisième plus grand mont de sel au monde et situé à environ 30 km au nord de la ville de Djelfa.

La région comprend également plusieurs dépressions et bassins naturels, notamment dans les communes de Djelfa et Dar Chioukh, ainsi que dans la région d'Idrissia et aux alentours de Messaad. Des plaines sont également présentes dans les zones de Aïn El Ibel et Messaad, tandis que l'oued Djedi traverse la partie ouest de la wilaya et constitue l'un des principaux cours d'eau de la région.

Malgré les contrastes et les variations marquant la topographie de la wilaya de Djelfa, le relief de cette région reste, dans l'ensemble, peu accidenté. Il peut être analysé à travers les principales unités morphologiques qui composent ce territoire, à savoir les Hautes Plaines au nord, l'Atlas saharien des Ouled Naïl au centre et la plate-forme saharienne au sud. ([monographie djelfa 2023](#) )

- **Les types de relief dans la wilaya de Djelfa :**

Le relief de la wilaya peut être divisé en quatre grandes zones géographiques :

1- La zone des Hautes Plaines :

Elle comprend les régions de Aïn Oussera, Hassi Bahbah et la zone steppique de Messaad. Cette zone est dominée par le plateau d'Aïn Oussera, situé au nord de la wilaya, qui s'étend sur environ 500 000 hectares avec une altitude variant entre 650 et 800 mètres. ([monographie djelfa 2023](#) )

2- La zone des chotts :

Cette zone correspond aux dépressions de Chott Zahrez El Gharbi et Chott Zahrez El Chergui, situées au nord de l'Atlas saharien. Elles forment un vaste bassin fermé entouré de plateaux,

s'étendant de Kaf El Bekhour (Hassi Bahbah) à 920 m d'altitude à l'ouest jusqu'à Djebel Zenzach à 1411 m à l'est. (monographie djelfa2023)

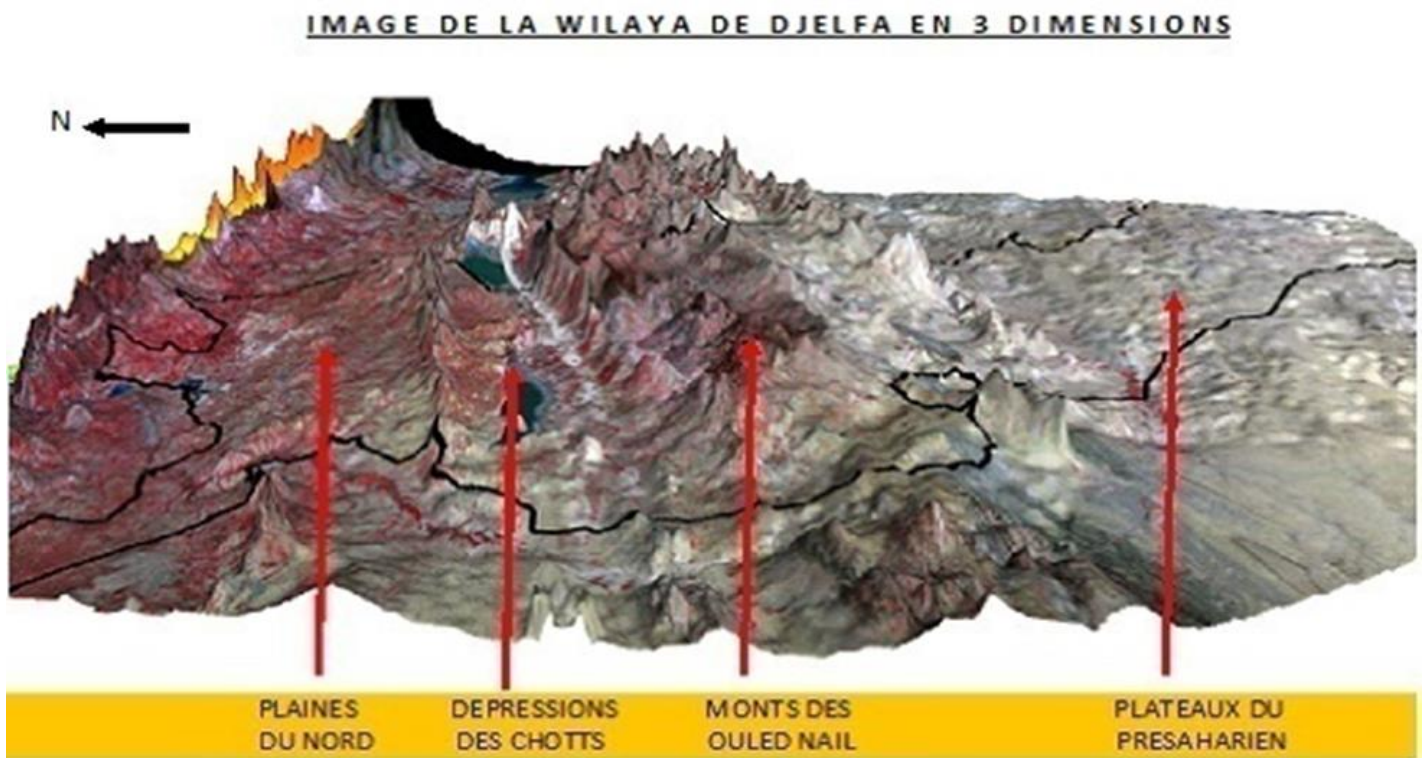
3- La zone montagneuse :

Elle correspond à la chaîne de l'Atlas saharien orientée Nord-Ouest / Sud-Est, avec une longueur d'environ 400 km et une largeur d'environ 15 km. Cette zone comprend plusieurs reliefs plissés dont le plus important est Djebel Sahari, culminant à environ 1544 mètres. (monographie djelfa2023)

4- La zone des dayas :

Elle est constituée de plusieurs bassins naturels qui conservent une certaine humidité favorisant la présence de la végétation. Ces dayas se situent principalement dans la partie sud de la wilaya, notamment dans la daïra de Messaad, et sont liées au vaste plateau saharien dont l'oued Djedi constitue la limite naturelle au nord. (monographie djelfa 2023 )

Figure 3: Représentation tridimensionnelle du relief de la wilaya de Djelfa



Source : Monographie de la Wilaya de Djelfa, DPSB, 2023.

- **Climat steppique et conditions météorologiques :**

La wilaya de Djelfa se caractérise par un climat steppique semi-aride, en raison de sa position géographique dans une zone de transition entre le climat méditerranéen au nord et le climat saharien au sud. Cette situation confère à la région des conditions climatiques particulières marquées par un hiver froid et un été chaud et sec, ainsi que par une faible et irrégulière pluviométrie.

De manière générale, la wilaya connaît des périodes de sécheresse relativement longues, tandis que la durée des précipitations reste courte. Les précipitations moyennes annuelles varient généralement entre 150 mm et 350 mm, ce qui explique la dominance du milieu steppique et la prédominance des activités pastorales, notamment l'élevage ovin.

Les conditions climatiques sont également influencées par la présence des reliefs de l'Atlas saharien, qui contribuent à la variation des températures et des précipitations entre le nord et le sud de la wilaya. ([monographie djelfa2023](#))

### Les éléments climatiques :

#### 1. Température :

Les températures dans la wilaya de Djelfa présentent des variations saisonnières importantes. Durant l'hiver, les températures peuvent descendre au-dessous de 0°C, notamment au mois de janvier, avec la présence fréquente de gelées. Dans certaines années, des chutes de neige peuvent également être enregistrées dans plusieurs régions de la wilaya.

En été, les températures deviennent élevées et atteignent leurs valeurs maximales durant le mois de juillet, sous l'influence des masses d'air chaud provenant des régions sahariennes.

Ainsi, la région se distingue par une amplitude thermique annuelle importante, caractéristique des climats steppiques et semi-arides. ([monographie djelfa2023](#))

**Tableau 4: Température moyenne annuelle (2023) (°C)**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne
Temp moy (°C)	4.2	5.5	8.2	11.4	15.6	20.3	24.3	23.9	19.8	13.6	8.6	4.8	13.3
Temp max (°C)	9.3	11.0	14.3	18.7	23.4	28.5	33.5	32.9	27.5	20.1	13.8	28.0	20.2
Temp min (°C)	-0.8	-0.1	2.1	4.1	7.8	12.1	15.1	15.0	12.1	7.2	3.5	-0.1	6.5

Source : Station météorologique de Djelfa, Office National de la Météorologie (ONM), 2023.

Le tableau 01 présente les températures moyennes mensuelles enregistrées dans la ville de Djelfa, montrant une variation importante au cours de l'année, caractéristique du climat steppique à influence continentale.

Les températures les plus basses sont observées durant l'hiver, notamment au mois de janvier, où la température moyenne atteint environ 4,2 °C, tandis que les températures minimales peuvent descendre jusqu'à -0,8 °C, ce qui favorise l'apparition du gel.

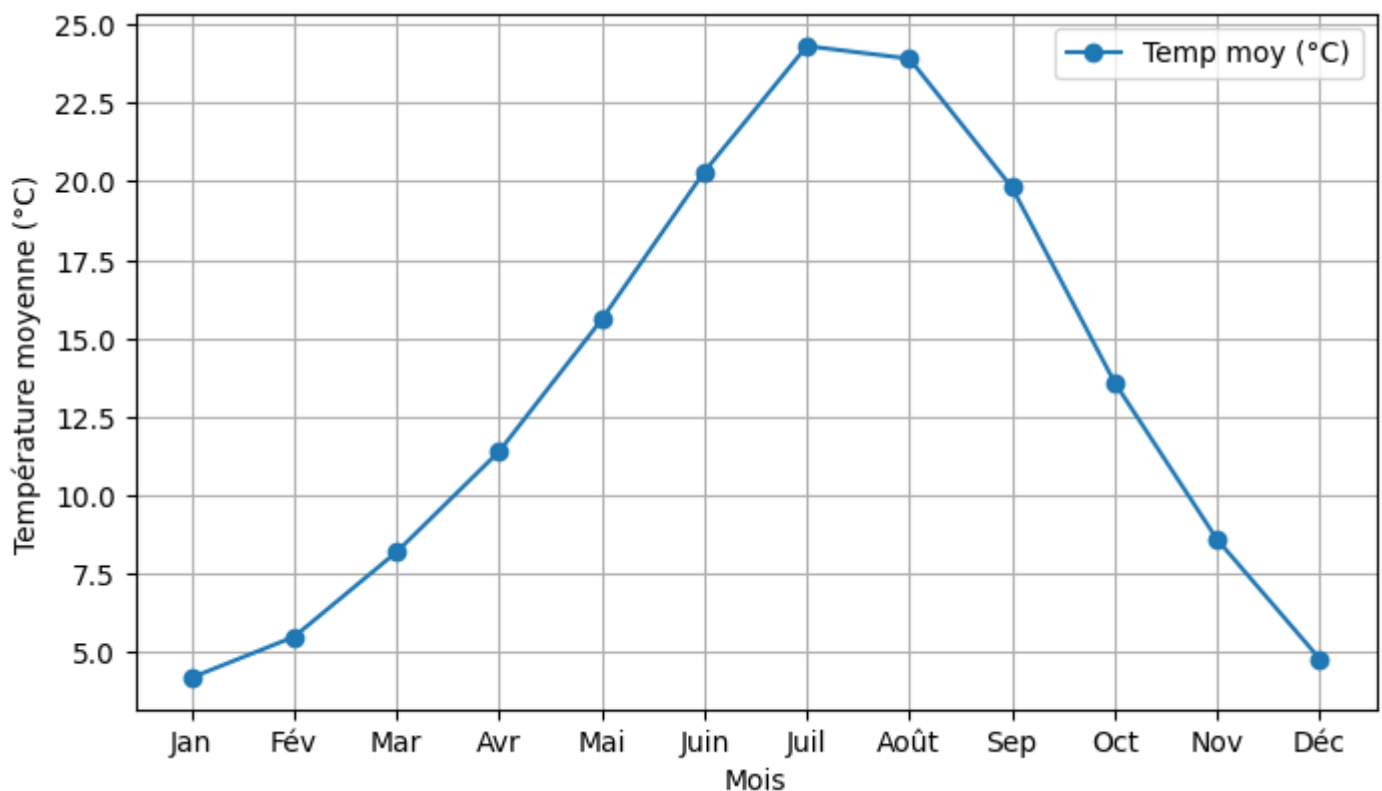
Au printemps, les températures commencent à augmenter progressivement, passant de 11,4 °C en avril à 15,6 °C en mai, traduisant une amélioration des conditions climatiques.

Les températures les plus élevées sont enregistrées en été, particulièrement durant les mois de juillet et août. La température moyenne atteint 24,3 °C en juillet et 23,9 °C en août, tandis que la température maximale peut atteindre 33,5 °C, ce qui reflète la chaleur estivale caractéristique de la région.

À partir de l'automne, les températures diminuent progressivement, avec 13,6 °C en octobre et 8,6 °C en novembre.

Globalement, la température moyenne annuelle est d'environ 13,3 °C, ce qui confirme le caractère semi-aride et steppique du climat de la wilaya de Djelfa, marqué par des hivers froids et des étés chauds.

Figure 4: Courbe des températures moyennes mensuelles à Djelfa (2023)



Source : Réalisé par l'étudiante à partir de données Station météorologique de Djelfa, Office National de la Météorologie (ONM), 2023

La courbe des températures moyennes mensuelles montre l'évolution des températures au cours de l'année dans la ville de Djelfa. On observe une augmentation progressive des températures à partir de la saison hivernale, où les valeurs les plus basses sont enregistrées au mois de janvier avec environ 4,2 °C. Les températures continuent ensuite d'augmenter durant le printemps pour atteindre 15,6 °C au mois de mai.

Les températures maximales sont enregistrées durant la saison estivale, notamment au mois de juillet où la température moyenne atteint environ 24,3 °C, ce qui reflète l'influence des masses d'air chaudes provenant des régions sahariennes. Par la suite, les températures diminuent progressivement à partir du mois d'août pour atteindre 13,6 °C en octobre et 8,6 °C en novembre, avant de revenir à des valeurs plus basses en hiver.

Ainsi, cette évolution thermique met en évidence le caractère steppique semi-aride du climat de la wilaya de Djelfa, marqué par des étés chauds et des hivers relativement froids avec une amplitude thermique annuelle importante.

## 2.Précipitations:

Les précipitations constituent un élément climatique essentiel permettant de caractériser le régime climatique d'une région. Dans la wilaya de Djelfa, les précipitations sont généralement faibles et irrégulières, ce qui reflète le caractère semi-aride et steppique du climat. Elles sont principalement concentrées durant la saison hivernale et le début du printemps, tandis que la période estivale est marquée par une forte sécheresse. ([monographie djelfa2023](#))

Durant l'hiver, les précipitations sont relativement plus importantes, notamment pendant les mois de décembre, janvier, où les perturbations atmosphériques d'origine méditerranéenne atteignent la région. Ces précipitations peuvent parfois se présenter sous forme de neige, particulièrement dans les zones les plus élevées de la wilaya. ([monographie djelfa2023](#))

Au printemps, les précipitations restent modérées et contribuent au développement de la végétation steppique ainsi qu'à l'activité agricole et pastorale. Cependant, à partir de la saison estivale, les précipitations deviennent très rares, voire quasi inexistantes, en raison de la domination des masses d'air chaud et sec provenant du Sahara. ([monographie djelfa2023](#))

**Tableau 5: Répartition mensuelle des précipitations moyennes et du nombre de jours de pluie (2023)**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Précipitations moyennes (mm)	34	28	29	21	35	22	6	10	31	23	34	35	308
Nombre de jours de précipitations	7	6	7	5	6	5	2	3	5	5	6	6	63
Nombre de jours de crue	2	1	0	2	5	1	0	1	2	3	0	5	23

Source : Station météorologique de Djelfa, Office National de la Météorologie (ONM), 2023.

Le tableau 02 : Répartition mensuelle des précipitations moyennes et du nombre de jours de pluie présente la distribution mensuelle des précipitations dans la région de Djelfa ainsi que le nombre de jours pluvieux enregistrés au cours de l'année.

D'après les données du tableau, la pluviométrie annuelle totale atteint environ 308 mm, ce qui confirme le caractère semi-aride à steppique du climat de la région. La répartition des précipitations au cours de l'année est relativement irrégulière, avec une concentration plus marquée durant certaines périodes.

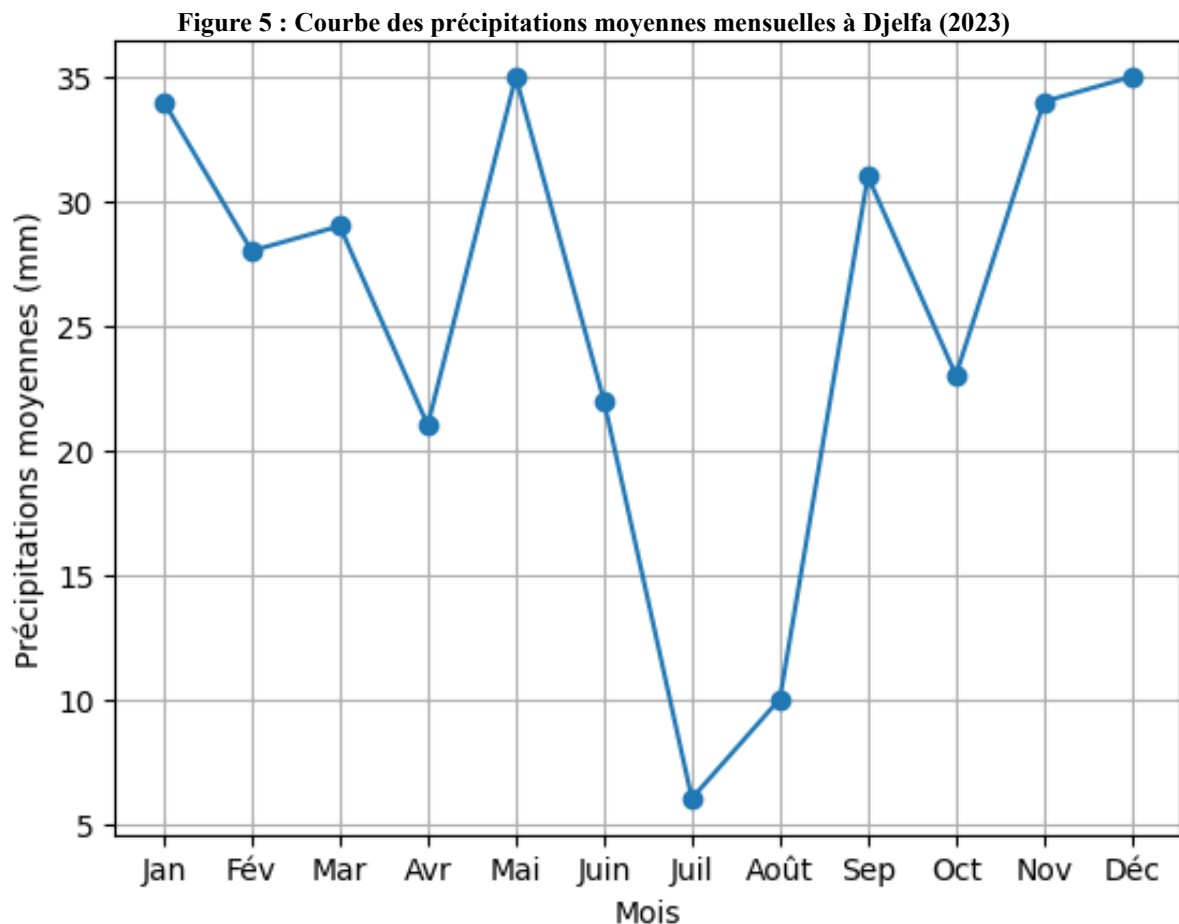
Les précipitations les plus élevées sont observées durant les mois de mai et décembre, avec environ 35 mm, suivis par les mois de janvier et novembre qui enregistrent 34 mm. Cette situation s'explique par l'influence des perturbations atmosphériques provenant de la Méditerranée durant la saison froide et les périodes de transition saisonnière.

À l'inverse, les précipitations les plus faibles sont enregistrées durant la saison estivale, notamment au mois de juillet, où la pluviométrie moyenne ne dépasse pas 6 mm, suivie par le mois d'août avec 10 mm. Cette faible pluviométrie estivale est liée à la dominance des masses d'air chaud et sec provenant des régions sahariennes, ce qui entraîne une période de sécheresse marquée.

Concernant le nombre de jours de pluie, on observe également une variation saisonnière importante. Le nombre total de jours de pluie atteint 63 jours par an, avec un maximum enregistré durant les mois de janvier et mars (7 jours). En revanche, le nombre de jours pluvieux diminue considérablement durant l'été, avec seulement 2 jours en juillet et 3 jours en août.

Par ailleurs, le tableau indique également la présence de jours de crue, dont le total annuel atteint 23 jours. Les valeurs les plus élevées sont enregistrées durant les mois de mai et décembre (5 jours), ce qui peut être expliqué par l'intensité parfois importante des précipitations durant ces périodes, favorisant l'apparition de crues temporaires dans les oueds.

Ainsi, l'analyse de ce tableau met en évidence une répartition saisonnière contrastée des précipitations, caractérisée par une pluviométrie modérée concentrée principalement en hiver et au printemps, et une sécheresse estivale marquée, ce qui constitue une caractéristique typique du climat steppique semi-aride de la wilaya de Djelfa.



Source : Réalisé par l'étudiante à partir de données Station météorologique de Djelfa, Office National de la Météorologie (ONM), 2023

La courbe des précipitations moyennes mensuelles montre l'évolution des quantités de pluie au cours de l'année dans la ville de Djelfa. On observe des précipitations relativement modérées durant la saison hivernale, où les valeurs atteignent environ 34 mm au mois de janvier et 28 mm au mois de février, ce qui reflète l'influence des perturbations atmosphériques d'origine méditerranéenne.

Les précipitations restent relativement variables au printemps. Elles enregistrent 29 mm au mois de mars, puis diminuent légèrement en avril (21 mm) avant d'atteindre leur valeur maximale au mois de mai avec environ 35 mm, ce qui correspond souvent à une période d'instabilité atmosphérique favorisant les épisodes pluvieux.

En revanche, les précipitations diminuent fortement durant la saison estivale. La valeur la plus faible est enregistrée au mois de juillet avec environ 6 mm, suivie du mois d'août avec environ 10 mm. Cette baisse importante des précipitations s'explique par la dominance des masses d'air chaud et sec provenant des régions sahariennes, ce qui entraîne une période de sécheresse estivale marquée.

À partir du mois de septembre, les précipitations recommencent à augmenter progressivement avec 31 mm, puis 23 mm en octobre, avant d'atteindre de nouveau des valeurs relativement élevées en novembre (34 mm) et décembre (35 mm).

Ainsi, cette évolution pluviométrique met en évidence le caractère steppique semi-aride du climat de la wilaya de Djelfa, caractérisé par une pluviométrie annuelle modérée, une forte irrégularité saisonnière et une période de sécheresse marquée durant l'été.

### 2.1.3 Gisement solaire de la wilaya (irradiation $\geq 3\ 200$ h/an) :

La wilaya de Djelfa bénéficie d'un important gisement solaire, en raison de sa position géographique dans la région des Hautes Plaines et du caractère semi-aride de son climat, marqué par une faible nébulosité et un grand nombre de journées ensoleillées au cours de l'année. L'analyse des données relatives à la durée du jour et à l'ensoleillement montre que la région dispose d'un potentiel solaire considérable. (Daylight hours / Sunshine hours - Djelfa, Algeria, 2024)

Tableau 6: Durée moyenne du jour et durée moyenne d'ensoleillement à Djelfa (2024)

Mois	Durée moyenne du jour (h)	Durée moyenne d'ensoleillement (h)
Janvier	10h01	7h03
Février	10h05	9h01
Mars	12h00	9h00
Avril	13h01	9h01
Mai	14h00	11h04
Juin	14h02	12h00
Juillet	14h01	12h00
Août	13h02	10h00
Septembre	12h02	9h04
Octobre	11h02	9h01
Novembre	10h02	7h00
Décembre	9h05	6h05

Source: Weather Atlas, Djelfa Climate Data (2024).

Le tableau 03 : Durée moyenne du jour et durée moyenne d'ensoleillement à Djelfa présente la variation mensuelle de la durée du jour ainsi que la durée moyenne d'ensoleillement enregistrée dans la wilaya de Djelfa au cours de l'année.

D'après les données du tableau, la durée du jour varie considérablement selon les saisons. Les valeurs les plus faibles sont observées durant la période hivernale, notamment au

mois de décembre, où la durée moyenne du jour est d'environ 9 h 05 min, ce qui correspond à la période où les journées sont les plus courtes de l'année.

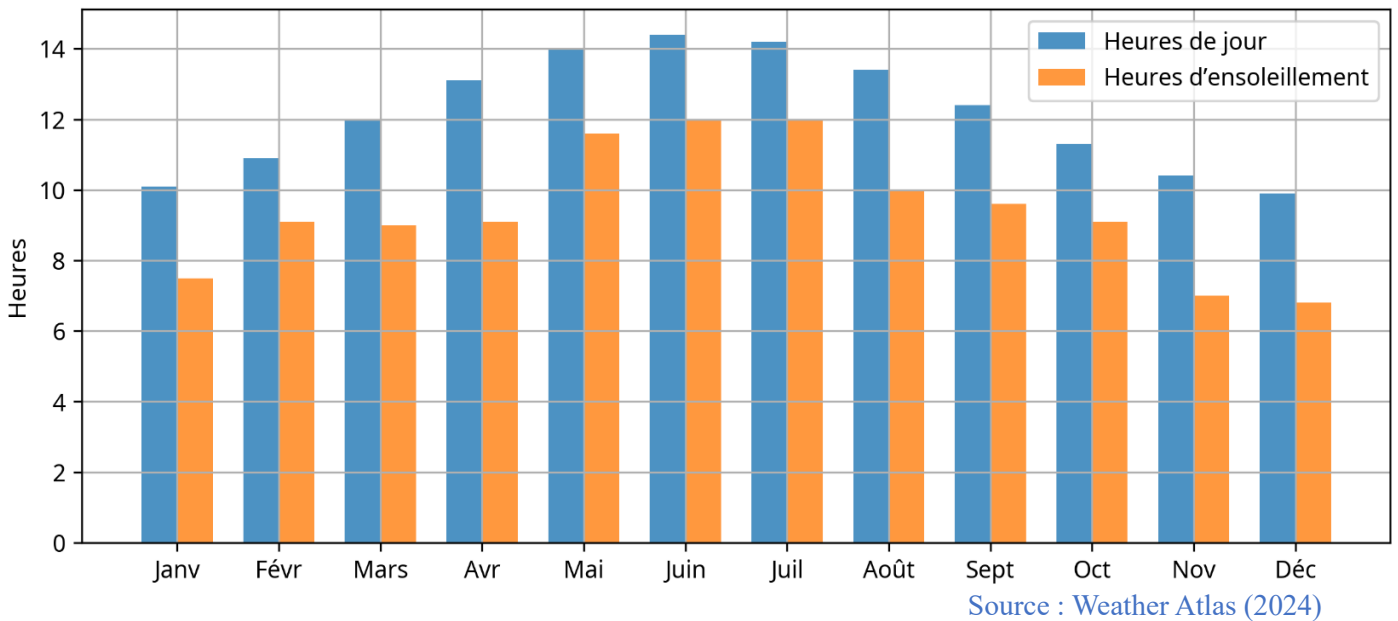
À partir du printemps, la durée du jour augmente progressivement pour atteindre des valeurs maximales durant la saison estivale. Les journées les plus longues sont enregistrées au mois de juin, avec environ 14 h 02 min, suivies par les mois de juillet et mai, où la durée du jour dépasse également 14 heures.

Concernant la durée moyenne d'ensoleillement, on observe également une variation saisonnière importante. Les valeurs les plus élevées sont enregistrées durant les mois de juin et juillet, avec environ 12 heures d'ensoleillement par jour, ce qui correspond à la période estivale caractérisée par un ciel généralement dégagé.

En revanche, les valeurs les plus faibles sont observées durant la saison hivernale, notamment en décembre, où la durée moyenne d'ensoleillement ne dépasse pas 6 heures par jour. Cette diminution est liée à la réduction de la durée du jour et à l'augmentation relative de la nébulosité durant cette période.

En se basant sur ces données, le total annuel des heures d'ensoleillement dans la wilaya de Djelfa est estimé à environ 3350 heures par an, ce qui dépasse largement le seuil de 3200 heures par an. Ce potentiel solaire important confirme que la région dispose d'un gisement solaire considérable, favorisant le développement des énergies renouvelables, notamment l'énergie solaire photovoltaïque et thermique.

Figure 6 : Répartition mensuelle des heures de jour et des heures d'ensoleillement à Djelfa (2024)



La figure représentant la variation mensuelle de la durée du jour et de l'ensoleillement à Djelfa montre l'évolution des heures de jour et des heures d'ensoleillement au cours de l'année dans la wilaya de Djelfa.

On observe que la durée du jour augmente progressivement à partir de la saison hivernale, où les valeurs les plus faibles sont enregistrées au mois de décembre avec environ 9 heures, puis elle atteint 10 heures au mois de janvier et près de 11 heures au mois de février. Cette augmentation se poursuit durant le printemps, où la durée du jour atteint environ 12 heures en mars et 13 heures en avril.

Les valeurs maximales sont enregistrées durant la saison estivale, notamment au mois de juin, où la durée du jour dépasse 14 heures, suivie du mois de juillet avec une durée similaire. Cette période correspond également aux valeurs les plus élevées d'ensoleillement, qui atteignent environ 12 heures par jour durant les mois de juin et juillet, ce qui reflète la prédominance d'un ciel dégagé et l'intensité du rayonnement solaire.

À partir du mois d'août, la durée du jour commence à diminuer progressivement pour atteindre environ 12 heures en septembre, puis 11 heures en octobre et 10 heures en novembre, avant d'atteindre de nouveau les valeurs les plus faibles durant le mois de décembre.

Ainsi, l'évolution de la durée du jour et de l'ensoleillement met en évidence le potentiel solaire important de la wilaya de Djelfa, caractérisé par un grand nombre d'heures d'ensoleillement au cours de l'année, ce qui constitue un facteur favorable au développement des énergies renouvelables, notamment l'énergie solaire.

## 2.2 Caractéristiques démographiques et socio-économiques :

La wilaya de Djelfa se distingue par une dynamique démographique et socio-économique importante liée à sa position géographique stratégique dans la région des Hautes

Plaines ainsi qu'à l'étendue de son territoire. Cette situation favorise le développement de plusieurs activités économiques, notamment l'agriculture pastorale, l'élevage et les services administratifs. L'analyse des caractéristiques démographiques et socio-économiques permet ainsi de mieux comprendre l'organisation de la population et les facteurs qui influencent l'aménagement du territoire dans la wilaya. ([monographie djelfa2023](#))

Par ailleurs, les documents d'aménagement territorial, notamment le Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (PDAU), montrent que la ville de Djelfa constitue un pôle urbain attractif pour les populations rurales des régions voisines. Cette attractivité s'explique par la concentration des services administratifs, économiques et des infrastructures dans le chef-lieu de la wilaya, ce qui entraîne une croissance démographique et un phénomène d'urbanisation progressive. ([Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme de la commune de Djelfa, 2024](#))

### **2.2.1 Population totale et densité (population dispersée sur vaste territoire) :**

Selon les données statistiques disponibles, la population totale de la wilaya de Djelfa est estimée à 1 823 852 habitants au 31 décembre 2022. Cette population se répartit sur un territoire vaste d'une superficie d'environ 32 256 km<sup>2</sup>, ce qui correspond à une densité moyenne d'environ 57 habitants par km<sup>2</sup>. Cette densité reste relativement modérée en raison de l'étendue du territoire et du caractère steppique de la région.

La répartition spatiale de la population montre également une forte concentration dans certaines communes principales telles que Djelfa, Aïn Oussara, Messaad et Hassi Bahbah, qui regroupent plus de la moitié de la population de la wilaya. La commune de Djelfa, chef-lieu de la wilaya, constitue le principal centre urbain et administratif, avec une population estimée à environ 634 043 habitants, soit près de 34,76 % de la population totale. ([monographie djelfa2023](#))

En parallèle, le PDAU de la commune de Djelfa souligne que l'évolution démographique de la région est également influencée par les mouvements migratoires internes, notamment l'exode rural vers la ville de Djelfa, qui attire les populations à la recherche d'emploi, de services et d'infrastructures urbaines. Cette dynamique contribue à l'expansion urbaine et à l'augmentation progressive de la population dans les centres urbains. ([Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme de la commune de Djelfa, 2024](#))

Ainsi, la wilaya de Djelfa se caractérise par une population relativement importante mais répartie sur un territoire très vaste, ce qui explique la présence d'un habitat dispersé et constitue un facteur important dans la planification territoriale et le développement socio-économique de la région.

### **Evolution de la population :**

La wilaya de Djelfa a connu une croissance démographique importante depuis les différents recensements généraux de la population réalisés depuis l'indépendance. En effet, la population de la wilaya a connu une augmentation remarquable, particulièrement à partir des

années soixante, où le nombre d'habitants a été multiplié par environ 4,5 fois entre 1966 et 2008.

Cette croissance démographique s'explique principalement par le niveau relativement élevé de la fécondité, exprimé par les taux de natalité, ainsi que par l'attractivité de la wilaya, liée à sa position géographique stratégique et à la disponibilité de certains services et infrastructures.

Selon les résultats du Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH), la population de la wilaya était estimée à 241 849 habitants en 1966, puis elle est passée à 332 500 habitants en 1977, soit une augmentation globale de 37,48 %, avec un taux de croissance annuel moyen de 2,9 %.

La population a ensuite atteint 494 494 habitants en 1987, soit une augmentation globale de 48,72 % avec un taux de croissance annuel moyen de 4 %. Cette croissance s'est poursuivie durant les décennies suivantes, pour atteindre 797 706 habitants en 1998, soit une augmentation globale de 61,32 %, avec un taux de croissance annuel moyen de 4,4 %.

Enfin, lors du dernier recensement réalisé en 2008, la population de la wilaya a atteint 1 090 578 habitants, enregistrant ainsi une augmentation de 36,71 % par rapport au recensement de 1998, avec un taux de croissance annuel moyen estimé à 3,2 %.

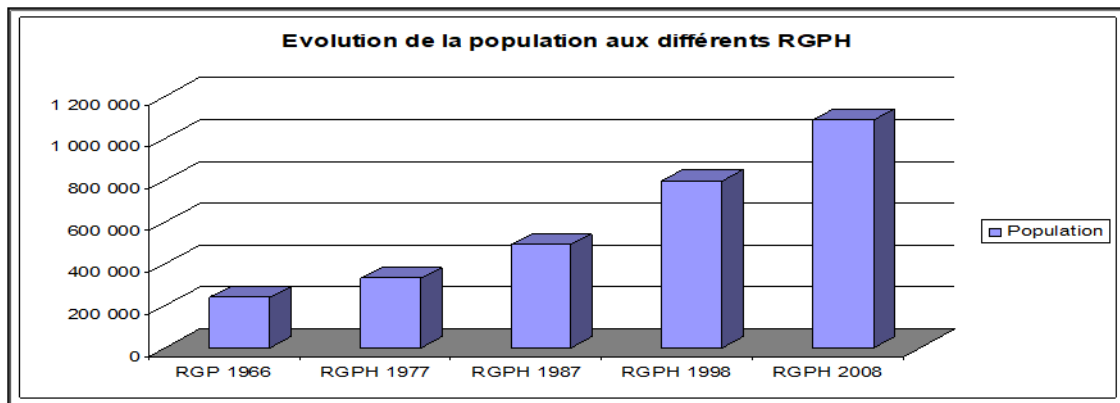
Cette évolution démographique traduit la dynamique démographique importante de la wilaya de Djelfa, caractérisée par une croissance soutenue de la population et par l'attractivité du territoire. ([monographie djelfa2023](#))

**Tableau 7: Evolution de la population de la wilaya de Djelfa selon les recensements**

Année	Population	Taux de croissance global (%)	Taux de croissance annuel moyen (%)
1966	241 849	-	-
1977	332 500	37,48	2,9
1987	494 494	48,72	4
1998	797 706	61,32	4,4
2008	1 090 578	36,71	3,2

Source : Monographie de la wilaya de Djelfa, 2023

Figure 7: Evolution de la population de la wilaya de Djelfa selon les différents RGPH (1966–2008).



Source : Monographie de la wilaya de Djelfa, 2023

La figure représentant l'évolution de la population de la wilaya de Djelfa selon les différents recensements généraux de la population et de l'habitat (RGPH) montre la progression du nombre d'habitants dans la wilaya entre 1966 et 2008.

On observe une augmentation progressive de la population à partir du premier recensement réalisé en 1966, où la population était estimée à environ 241 849 habitants. Cette valeur augmente ensuite pour atteindre 332 500 habitants en 1977, ce qui traduit le début d'une dynamique démographique croissante dans la région.

La croissance démographique se poursuit durant les décennies suivantes. En effet, la population atteint 494 494 habitants en 1987, puis 797 706 habitants en 1998, ce qui reflète une augmentation importante du nombre d'habitants durant cette période. Cette évolution peut s'expliquer par plusieurs facteurs, notamment la croissance naturelle de la population, l'amélioration des conditions de vie et l'attractivité de la wilaya liée à son développement socio-économique.

Les valeurs les plus élevées sont enregistrées lors du recensement de 2008, où la population atteint environ 1 090 578 habitants, ce qui confirme la poursuite de la croissance démographique dans la wilaya de Djelfa.

Ainsi, l'évolution de la population met en évidence une croissance démographique continue et relativement rapide, caractéristique des régions des Hautes Plaines algériennes. Cette dynamique démographique constitue un facteur important à prendre en considération dans la planification territoriale, le développement des infrastructures et la mise en place des politiques d'aménagement et de développement socio-économique dans la wilaya de Djelfa.

### 2.2.2 Taux d'urbanisation et population rurale :

Le taux d'urbanisation constitue un indicateur important permettant d'analyser la répartition spatiale de la population entre les zones urbaines et rurales. Dans la wilaya de Djelfa, cette répartition reflète les transformations socio-économiques et territoriales qu'a connues la région au cours des dernières décennies.

Selon les données statistiques disponibles, la population totale de la wilaya de Djelfa est estimée à 1 823 852 habitants en 2022. La distribution de cette population montre une forte concentration dans les agglomérations urbaines principales, qui regroupent 1 408 531 habitants, soit 77,23 % de la population totale. Les agglomérations urbaines secondaires comptent 82 535 habitants, représentant environ 4,53 % de la population. En revanche, la population vivant dans les zones dispersées ou rurales est estimée à 322 786 habitants, soit environ 25,18 % de la population totale.

Cette répartition met en évidence une dominance de la population urbaine, ce qui traduit une dynamique d'urbanisation progressive dans la wilaya. Cette situation s'explique notamment par l'attractivité des centres urbains, en particulier la ville de Djelfa, qui concentre les services administratifs, les infrastructures économiques et les équipements sociaux.

Par ailleurs, les transformations économiques et sociales de la région ont favorisé un déplacement progressif de la population rurale vers les centres urbains, phénomène souvent lié à la recherche d'emplois, à l'amélioration des conditions de vie et à l'accès aux services publics. Toutefois, malgré cette urbanisation croissante, une part importante de la population demeure installée dans les zones rurales et steppiques, où les activités traditionnelles telles que l'élevage et l'agriculture pastorale continuent de jouer un rôle économique important.

Ainsi, la wilaya de Djelfa se caractérise par une urbanisation relativement élevée accompagnée d'une présence rurale encore significative, ce qui reflète le caractère semi-aride et steppique du territoire ainsi que la vaste superficie de la wilaya. ([monographie djelfa2023](#))

**Tableau 8: Répartition de la population selon le type d'agglomération dans la wilaya de Djelfa**

Type de population	Nombre d'habitants	Pourcentage
ACL	1 408 531	77,23 %
AS	82 535	4,53 %
ZE	322 786	17,70 %
Total	1 823 852	100 %

Source : Monographie de la wilaya de Djelfa, 2023

Le tableau représentant la répartition de la population selon le degré d'urbanisation dans la wilaya de Djelfa montre la distribution de la population entre les agglomérations urbaines principales, les agglomérations urbaines secondaires et la population rurale dispersée.

On observe que la majorité de la population est concentrée dans les agglomérations urbaines principales, qui regroupent environ 1 408 531 habitants, soit 77,23 % de la population totale. Cette concentration importante s'explique par le rôle des centres urbains dans

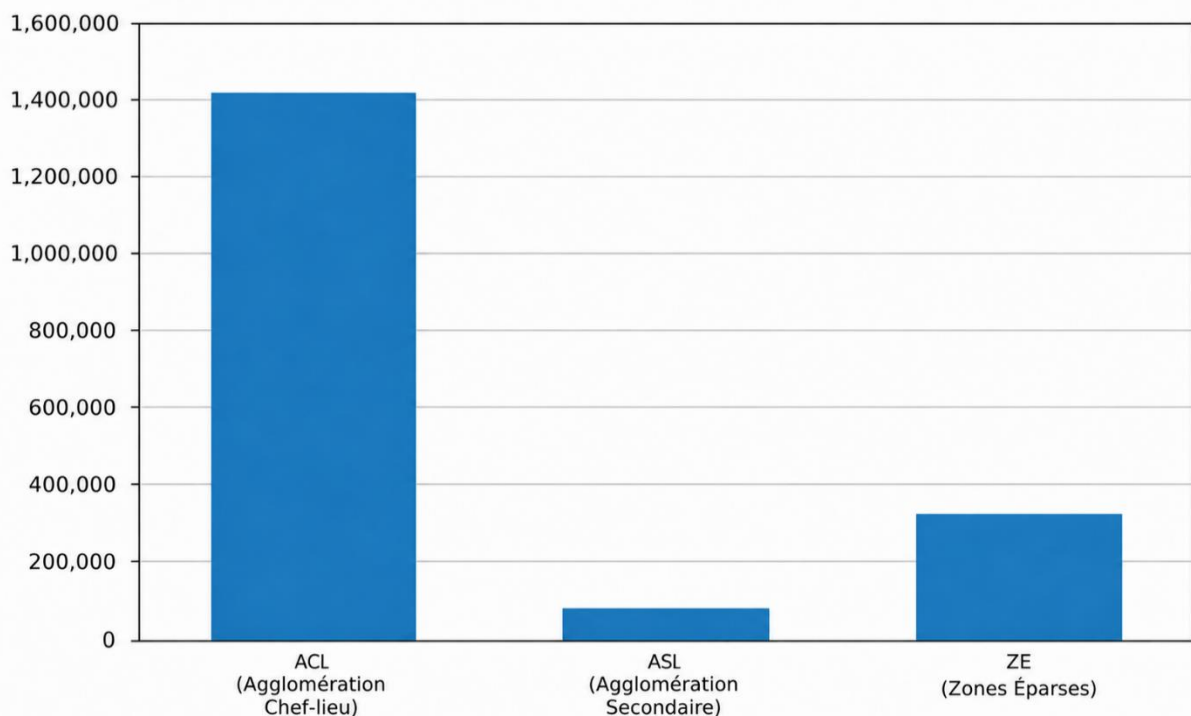
l'organisation territoriale de la wilaya, notamment la ville de Djelfa qui constitue un pôle administratif, économique et de services attirant une grande partie de la population.

Les agglomérations urbaines secondaires comptent environ 82 535 habitants, soit 4,53 % de la population totale. Ces centres urbains intermédiaires jouent un rôle complémentaire dans l'organisation du territoire en assurant certains services et activités pour les communes voisines.

En revanche, la population rurale dispersée représente environ 322 786 habitants, soit 17,70 % de la population totale. Cette présence rurale s'explique principalement par la nature steppique de la wilaya de Djelfa et par l'importance des activités agricoles et pastorales dans certaines zones éloignées des centres urbains.

Ainsi, la répartition de la population met en évidence une dominance de la population urbaine dans la wilaya de Djelfa, tout en montrant la persistance d'une population rurale significative. Cette situation reflète le processus progressif d'urbanisation que connaît la wilaya, lié au développement des infrastructures, des services et des activités économiques dans les centres urbains.

Figure 8: Répartition de la population par type d'agglomération dans la wilaya de Djelfa



Source : Réalisé par l'étudiante à partir de données monographie de la wilaya de Djelfa, 2023

La figure représentant la répartition de la population selon le degré d'urbanisation dans la wilaya de Djelfa illustre la distribution des habitants entre les agglomérations urbaines principales, les agglomérations urbaines secondaires et la population rurale dispersée.

On observe que la majorité de la population est concentrée dans les agglomérations urbaines principales, qui regroupent environ 1 408 531 habitants, soit 77,23 % de la population totale. Cette forte concentration s'explique par l'importance des centres urbains dans l'organisation territoriale de la wilaya, notamment la ville de Djelfa qui constitue un pôle administratif, économique et de services attirant une grande partie de la population.

En revanche, les agglomérations urbaines secondaires comptent un nombre beaucoup plus faible d'habitants, avec environ 82 535 habitants, soit 4,53 % de la population totale. Ces centres urbains jouent généralement un rôle complémentaire dans l'organisation du territoire en assurant certains services de proximité pour les communes environnantes.

Par ailleurs, la population rurale dispersée représente environ 322 786 habitants, soit 25,18 % de la population totale. Cette proportion s'explique par l'étendue territoriale de la wilaya et par le caractère steppique de la région, où certaines populations vivent dans des zones rurales éloignées et exercent principalement des activités agricoles et pastorales.

Ainsi, la répartition de la population met en évidence une dominance de la population urbaine dans la wilaya de Djelfa, tout en montrant la présence d'une population rurale encore importante, ce qui reflète la transition progressive vers l'urbanisation que connaît la région.

### **2.2.3 Activités économiques dominantes : élevage, agriculture steppique et industrie :**

L'économie de la wilaya de Djelfa repose principalement sur plusieurs activités productives adaptées aux conditions naturelles de la région, notamment l'élevage, l'agriculture steppique et certaines activités industrielles. Ces secteurs constituent les principales sources d'emploi et de revenus pour la population locale et jouent un rôle important dans le développement socio-économique de la wilaya.

#### **2.2.3.1. L'élevage :**

L'élevage représente l'activité économique dominante dans la wilaya de Djelfa en raison de l'étendue des parcours steppiques et de la tradition pastorale des populations locales. La région est particulièrement connue pour l'élevage ovin, notamment la race Ouled Naïl, qui constitue une ressource économique essentielle pour les habitants.

Les vastes espaces pastoraux et les parcours naturels favorisent le développement de cette activité. En effet, les pâturages et parcours couvrent environ 2 138 100 hectares, soit près de 66,28 % de la superficie totale de la wilaya, ce qui explique l'importance de l'élevage dans l'économie locale. Cette activité constitue une source importante de production de viande rouge et contribue également à l'approvisionnement des marchés régionaux et nationaux. ([monographie djelfa2023](#))

L'élevage joue également un rôle social important en assurant les moyens de subsistance d'une grande partie de la population rurale et en maintenant l'équilibre des systèmes pastoraux dans les zones steppiques.

#### **2.2.3.2. L'agriculture steppique :**

L'agriculture dans la wilaya de Djelfa reste fortement conditionnée par les caractéristiques climatiques semi-arides et arides ainsi que par la nature des sols. Les activités agricoles se concentrent principalement dans les plaines et les vallées où les conditions pédologiques et hydrologiques sont relativement favorables.

Les principales productions agricoles concernent la céréaliculture, notamment le blé et l'orge, qui sont cultivés dans les plaines et les dayas. Ces dépressions naturelles possèdent

généralement des sols profonds et relativement riches en matière organique, ce qui permet le développement de cultures céréalières malgré les contraintes climatiques. ([monographie djelfa2023](#))

En outre, certaines zones agricoles bénéficient des ressources hydriques des vallées telles que l'oued Touil et l'oued Djedi, ce qui permet le développement de cultures irriguées dans certaines localités. Cependant, l'agriculture reste dépendante des précipitations irrégulières et demeure vulnérable aux périodes de sécheresse caractéristiques du climat steppique.

Ainsi, l'agriculture steppique constitue un secteur complémentaire à l'élevage et contribue à la sécurité alimentaire locale ainsi qu'au maintien des activités rurales.

### 2.2.3.3. L'industrie et les activités économiques secondaires :

Bien que l'économie de la wilaya soit dominée par les activités agricoles et pastorales, certaines activités industrielles et économiques secondaires se sont développées, notamment dans les centres urbains.

La commune de Djelfa dispose d'une zone industrielle d'une superficie d'environ 240 hectares, ainsi que d'une zone d'activités et de stockage d'environ 114 hectares, destinées à accueillir diverses activités industrielles et artisanales. Ces zones contribuent à la diversification de l'économie locale et à la création d'emplois dans les secteurs de la transformation, du bâtiment et des services. ([Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme de la commune de Djelfa, 2024](#))

Par ailleurs, le secteur tertiaire connaît également un développement important dans la ville de Djelfa, notamment dans les domaines du commerce, des services administratifs et des activités commerciales. La ville constitue en effet un centre commercial régional attirant les populations des zones rurales et des wilayas voisines.

Ainsi, malgré la prédominance des activités pastorales et agricoles, l'industrie et les services jouent un rôle croissant dans la dynamique économique de la wilaya et contribuent progressivement à la diversification de sa structure économique.

Tableau 9: Répartition des activités économiques dominantes dans la wilaya de Djelfa (2022)

Type d'activité économique	Pourcentage approximatif
Élevage et pastoralisme	66,28 %
Agriculture steppique	30 %
Industrie et activités secondaires	3,72 %
Total	100 %

Source : Monographie de la wilaya de Djelfa, 2023

Le tableau présentant la répartition des activités économiques dominantes dans la wilaya de Djelfa met en évidence la structure générale de l'économie locale, caractérisée par la prédominance des activités pastorales et agricoles adaptées aux conditions naturelles de la région.

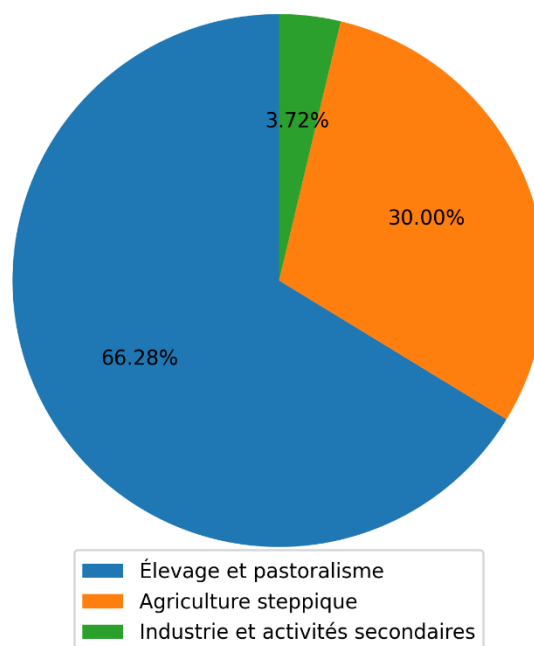
On observe que l'élevage et le pastoralisme représentent la part la plus importante avec environ 66,28 %, ce qui confirme le rôle central de cette activité dans l'économie de la wilaya. Cette importance s'explique principalement par l'étendue des parcours steppiques et des pâturages naturels qui couvrent une grande partie du territoire, favorisant le développement de l'élevage ovin, notamment la race Ouled Naïl.

La deuxième activité économique est l'agriculture steppique, qui représente environ 30 % des activités économiques. Elle se concentre essentiellement sur la céréaliculture, notamment la culture du blé et de l'orge dans les plaines, les vallées et les dayas. Toutefois, cette activité reste fortement dépendante des conditions climatiques et de la variabilité des précipitations caractéristiques du climat semi-aride de la région.

En revanche, les activités industrielles et économiques secondaires ne représentent qu'environ 3,72 %, ce qui montre que le secteur industriel demeure encore limité dans la wilaya. Malgré cela, l'existence de zones industrielles et de zones d'activités contribue progressivement à la diversification de l'économie locale et à la création de nouvelles opportunités d'emploi.

Ainsi, l'analyse de ce tableau met en évidence la dominance du secteur primaire, notamment l'élevage et l'agriculture, dans l'économie de la wilaya de Djelfa, tandis que le secteur industriel reste en phase de développement. Cette structure économique reflète les caractéristiques naturelles et environnementales de la région ainsi que son orientation historique vers les activités pastorales et agricoles.

**Figure 9: Répartition des activités économiques dominantes dans la wilaya de Djelfa (2022)**



Source : Réalisé par l'étudiante à partir de données monographie de la wilaya de Djelfa, 2023

La figure représentant la répartition des activités économiques dominantes dans la wilaya de Djelfa illustre la structure générale de l'économie locale, caractérisée principalement par la prédominance des activités pastorales et agricoles.

On observe que l'élevage et le pastoralisme occupent la part la plus importante avec environ 66,28 %, ce qui confirme le rôle central de cette activité dans l'économie de la wilaya. Cette dominance s'explique par l'étendue des parcours steppiques et des pâturages naturels qui couvrent une grande partie du territoire, favorisant ainsi le développement de l'élevage ovin, notamment la race Ouled Naïl.

La deuxième activité économique est l'agriculture steppique, qui représente environ 30 %. Elle se concentre principalement sur la céréaliculture, notamment la culture du blé et de l'orge dans les plaines, les vallées et les dayas. Cependant, cette activité reste fortement dépendante des conditions climatiques et des précipitations irrégulières caractéristiques du climat semi-aride de la région.

En revanche, les activités industrielles et économiques secondaires représentent seulement environ 3,72 %, ce qui montre que le secteur industriel demeure encore limité dans la wilaya. Malgré cela, l'existence de zones industrielles et de zones d'activités contribue progressivement à la diversification de l'économie locale et à la création d'emplois.

Ainsi, l'analyse de cette figure met en évidence la dominance du secteur primaire dans l'économie de la wilaya de Djelfa, notamment l'élevage et l'agriculture, tandis que le secteur industriel reste en phase de développement. Cette structure économique reflète les caractéristiques naturelles de la région ainsi que son orientation traditionnelle vers les activités pastorales et agricoles.

### 2.3 Infrastructure énergétique existante :

Les infrastructures énergétiques constituent un élément fondamental du développement territorial et économique d'une région. Dans la wilaya de Djelfa, l'approvisionnement en énergie électrique joue un rôle essentiel dans l'alimentation des ménages, des équipements publics ainsi que des différentes activités économiques.

La distribution de l'électricité est assurée principalement par le réseau national exploité par la société Sonelgaz, qui assure la production, le transport et la distribution de l'énergie électrique à l'échelle nationale. Ce réseau permet de relier les différentes communes de la wilaya à travers un ensemble de lignes électriques et de postes de transformation qui assurent la transmission et la distribution de l'énergie.

Le développement du réseau électrique dans la wilaya de Djelfa s'inscrit dans une politique nationale visant à améliorer l'accès à l'électricité et à renforcer l'alimentation énergétique dans les zones urbaines et rurales. L'extension progressive des infrastructures électriques contribue également à soutenir le développement des secteurs économiques, notamment l'agriculture, l'industrie et les services.

Ainsi, les infrastructures énergétiques représentent un facteur déterminant pour accompagner la croissance démographique et le développement socio-économique de la wilaya. ([monographie djelfa2023](#))

Le réseau électrique de la wilaya comprend également un ensemble de postes d'interconnexion et de postes de transformation qui assurent la régulation et la transformation de la tension électrique entre les différents niveaux du réseau. Ces installations jouent un rôle

essentiel dans la distribution de l'énergie électrique et dans l'alimentation des différentes communes de la wilaya.

Le développement progressif de ces infrastructures a permis d'améliorer la couverture électrique de la wilaya et de renforcer l'alimentation énergétique des différentes communes. Cette infrastructure énergétique constitue ainsi un support essentiel pour le développement économique et social de la région. ([monographie djelfa2023](#))

Afin de mieux comprendre l'organisation du réseau électrique dans la wilaya, le tableau suivant présente les principaux postes d'interconnexion et de transformation.

**Tableau 10: Principaux postes d'interconnexion et de transformation du réseau électrique dans la wilaya de Djelfa (2022)**

Type de poste	Localisation	Puissance (MVA)	Tension (KV)	Observation
Poste d'interconnexion	Djelfa	120	220/60	Exploité
Poste d'interconnexion	Djelfa	80	220/60	Exploité
Poste d'interconnexion	Djelfa	3x40	60/30	Exploité
Poste d'interconnexion	Aïn Oussara	2x120	220/60	Exploité
Poste d'interconnexion	Aïn Oussara	2x40	60/30	Exploité
Poste d'interconnexion	Aïn Oussara	3x300	400/220	Exploité
Poste électrique	Aïn El Ibel	2x40	60/30	Exploité
Cabine mobile	Hassi Bahbah	20	60/30	Exploité
Poste électrique	Hassi Bahbah	2x40	60/30	Exploité
Poste électrique	Aïn Maabed	20	30/60	Exploité
Poste électrique	Moudjebara	20	30/60	Exploité
Poste électrique	Hassi Bahbah	2x40	30/60	Exploité
Poste électrique	Djelfa (Bahrara)	2x40	60/30	En cours de réalisation
Poste électrique	Aïn Oussara (Route Guernini)	2x40	60/30	En cours de réalisation

Source : Monographie de la wilaya de Djelfa, 2023

Le tableau présentant les principaux postes électriques et postes d'interconnexion dans la wilaya de Djelfa met en évidence la répartition des infrastructures de transformation et d'interconnexion du réseau électrique dans la région. Ces installations jouent un rôle essentiel dans le transport et la distribution de l'énergie électrique à l'échelle de la wilaya.

D'après les données du tableau, plusieurs postes d'interconnexion sont implantés dans les communes de Djelfa et d'Aïn Oussara. Ces postes se caractérisent par des niveaux de tension élevés, tels que 220/60 kV et 400/220 kV, ainsi que par des puissances importantes. Ils assurent la liaison entre le réseau électrique national et les réseaux de distribution régionaux.

La commune d'Aïn Oussara apparaît comme un pôle important du réseau électrique régional, puisqu'elle dispose de plusieurs postes d'interconnexion, dont un poste de 400/220 kV avec une puissance de 3×300 MVA, ce qui souligne son rôle stratégique dans l'alimentation électrique de la wilaya.

Le tableau montre également la présence de plusieurs postes électriques de transformation répartis dans différentes communes telles que Aïn El Ibel, Hassi Bahbah, Aïn Maabed et Moudjebara. Ces installations permettent d'abaisser la tension électrique afin d'assurer la distribution de l'énergie vers les réseaux locaux destinés aux zones urbaines, aux activités économiques et aux infrastructures publiques.

Par ailleurs, la présence d'une cabine mobile à Hassi Bahbah permet de renforcer temporairement la capacité du réseau ou d'assurer la continuité de l'alimentation électrique dans certaines zones.

Enfin, certaines infrastructures sont actuellement en cours de réalisation, notamment les postes situés à Djelfa (Bahrara) et à Aïn Oussara (Route Guernini). Ces projets témoignent des efforts entrepris pour renforcer les capacités du réseau électrique et améliorer la couverture énergétique dans la wilaya.

Ainsi, l'ensemble de ces postes électriques constitue une composante essentielle de l'infrastructure énergétique de la wilaya de Djelfa et contribue à assurer la stabilité et la continuité de l'approvisionnement en électricité.

### **2.3.1 État du réseau électrique dans la wilaya (HT, MT, BT) :**

Le réseau électrique de la wilaya de Djelfa est structuré autour de plusieurs niveaux de tension qui assurent le transport et la distribution de l'énergie électrique sur l'ensemble du territoire. Ce réseau comprend trois niveaux principaux : la haute tension (HT), la moyenne tension (MT) et la basse tension (BT), chacun jouant un rôle spécifique dans le système d'acheminement de l'électricité depuis les centres de production vers les consommateurs finaux.

Le réseau à haute tension (HT) constitue l'ossature principale du système de transport de l'électricité. Il permet d'acheminer l'énergie électrique sur de longues distances et d'assurer l'interconnexion de la wilaya avec le réseau électrique national. Dans la wilaya de Djelfa, on recense 09 installations électriques majeures de haute tension, ainsi que 07 lignes de transport d'électricité à haute tension, qui garantissent le transfert et la distribution de l'énergie électrique à l'échelle du territoire. Ces lignes fonctionnent notamment avec des niveaux de tension de 220 kV, 400 kV et 60 kV, reliant la wilaya de Djelfa à plusieurs wilayas voisines telles que Laghouat, M'sila, Tissemsilt et Berrouaghia, ce qui contribue à assurer la stabilité et la sécurité de l'alimentation électrique régionale.

Le réseau de moyenne tension (MT) assure quant à lui la distribution régionale de l'électricité. Il relie les postes de transformation aux différentes communes, zones urbaines et zones d'activités économiques de la wilaya. Ce réseau comprend 58 lignes de moyenne tension, exploitées principalement à une tension de 30 kV, dont la longueur totale à travers le territoire de la wilaya atteint environ 6 082,7 km. Cette infrastructure joue un rôle fondamental dans la distribution de l'électricité vers les réseaux locaux et dans l'alimentation des différentes localités de la wilaya.

Enfin, le réseau de basse tension (BT) représente le dernier niveau du système de distribution électrique. Il permet l'acheminement de l'électricité directement vers les consommateurs finaux, notamment les ménages, les établissements publics, les commerces et les différentes activités économiques. Grâce aux infrastructures existantes et aux efforts de développement du réseau électrique, l'ensemble des communes de la wilaya est aujourd'hui raccordé au réseau électrique, avec un taux de couverture atteignant 94,32 % en 2022, ce qui traduit les progrès réalisés dans l'amélioration de l'accès à l'électricité.

Ainsi, l'organisation du réseau électrique selon ces différents niveaux de tension permet d'assurer une distribution efficace et sécurisée de l'énergie électrique dans la wilaya de Djelfa, tout en accompagnant la croissance démographique et le développement des activités économiques. ([monographie djelfa2023](#))

**Tableau 11: Répartition des lignes électriques à haute et très haute tension dans la wilaya de Djelfa**

Désignation	Tronçon	Tension (KV)	Observations
Ligne THT	Laghouat- Djelfa	220	En exploitation
(400/220 KV)	M'sila (el hamel) – Djelfa	220	
	Barouaghia – Ain Oussera	220	
	Ain Oussera P - Tissemsilt	220	
	Djelfa- Ain Oussera P	220	
	Ain Oussera P- Berrouaghia–El Khemis	220	
	Djelfa- Aflou	220	
	Djelfa-bir ghalou	400	
	Telghmet-Djelfa	400	
Ligne HT	Djelfa-Laghouat	60	En exploitation
(60 KV)	Djelfa-Aflou	60	
	Ain Oussera-Ksar Boukhari	60	
	Ain Oussera-Ksar Chellala	60	
Hassi Bah Bah-Ain oussara			

Source : Monographie de la wilaya de Djelfa, 2023

Le tableau présentant les principales lignes de transport d'électricité à haute et très haute tension dans la wilaya de Djelfa met en évidence la répartition des infrastructures de transport de l'énergie électrique à travers le territoire de la wilaya. Ces lignes jouent un rôle essentiel dans l'acheminement de l'électricité depuis les postes d'interconnexion vers les différentes zones de consommation.

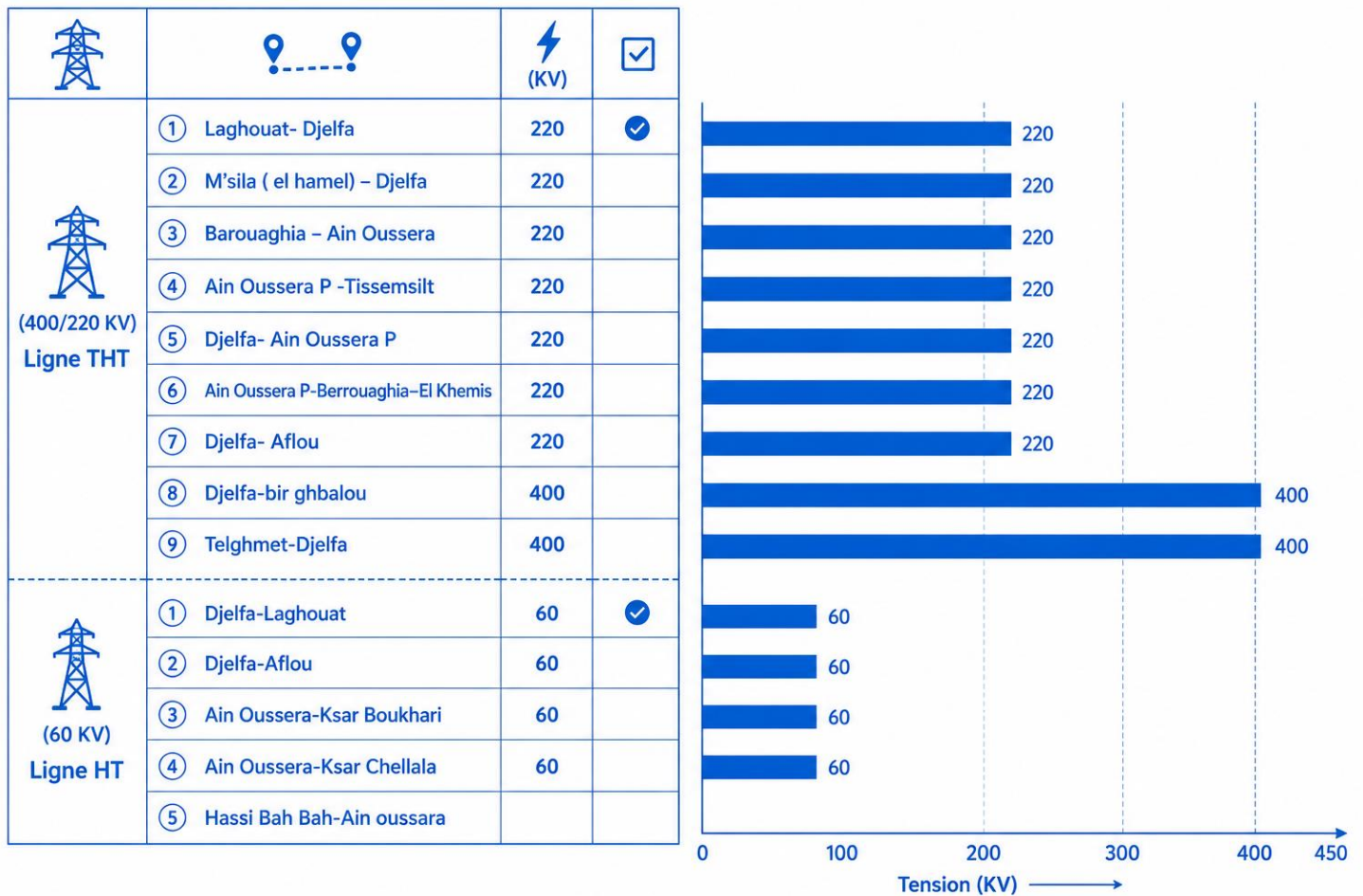
D'après les données du tableau, plusieurs lignes de très haute tension assurent la liaison entre la wilaya de Djelfa et certaines wilayas voisines telles que Laghouat, M'sila et Berrouaghia. Ces lignes fonctionnent principalement à des niveaux de tension de 220 kV et 400 kV, ce qui permet le transport de grandes quantités d'énergie électrique sur de longues distances et contribue à renforcer l'intégration de la wilaya dans le réseau électrique national.

Le tableau met également en évidence l'importance des lignes reliant Djelfa à Aïn Oussara, qui constitue un axe stratégique du réseau électrique régional. Ces liaisons permettent d'assurer la continuité de l'alimentation électrique et de faciliter la distribution de l'énergie vers les différentes communes de la wilaya.

Par ailleurs, le tableau montre l'existence de plusieurs lignes de haute tension (60 kV) reliant Djelfa à différentes localités telles que Aïn El Ibel, Hassi Bahbah et Ksar Chellala. Ces lignes jouent un rôle important dans la distribution de l'électricité vers les zones urbaines et rurales ainsi que vers certaines infrastructures énergétiques, notamment **la centrale solaire** d'Aïn El Ibel.

Ainsi, l'ensemble de ces lignes de transport électrique constitue un élément fondamental de l'infrastructure énergétique de la wilaya de Djelfa. Elles permettent d'assurer la circulation de l'énergie électrique entre les différents postes du réseau et contribuent à garantir la stabilité et la continuité de l'approvisionnement en électricité dans la région.

Figure 10: Représentation graphique des lignes THT et HT de transport électrique dans la wilaya de Djelfa selon le niveau de tension



Source : Réalisé par l'étudiante à partir des données de Monographie de la wilaya de Djelfa, 2023

Tableau 12: Répartition des lignes de moyenne tension (30 kV) dans la wilaya de Djelfa (2022)

Désignation	Départ	Tension	Longueur à travers la wilaya (KM)
		(KV)	
Ligne MT (30 KV)Départ poste THT Djelfa	MDN	30	198,262
	Départ Zone industrielle	30	15,88
	Départ Berbih 01	30	10,971
	Départ El wiaam	30	34,793
	Départ Ville 03	30	7,284
	Départ Berbih 02	30	14,008
	Départ Ville 04	30	9,771
	Départ Ville 02	30	49,93
	Départ El fateh	30	10,052
	Départ Zone militaire	30	56,704
	Départ Dar chioukh	30	402,084

	Départ SONATRACH Moudjebara	30	40,703
	Départ Ville 09	30	15,348
	Départ Ville 01	30	37,502
	Départ Feidh el botma	30	339,546
	Départ El karia	30	30,101
	Départ Charef	30	343,449
	Départ Snlb	30	109,552
	Départ Moudjbara	30	142,54
	Départ bahrara	30	40,146
	Départ Sidi bayzid	30	327,286
	Départ Ville 05	30	10,492
	Départ Ville 07	30	16,766
	Départ Ville 08	30	3,602
	Départ Amra	30	290,672
Ligne MT (30 KV) Départ poste HT Ain El Bel	Départ Sed rahal	30	297,302
	Départ El kods	30	129,374
	Départ Ain el bel	30	139,83
	Départ Taadmit	30	134,099
	Départ daouha	30	68,165
	Départ Centre ville	30	10,835
	Départ Meessaad	30	61,366
	Départ Meessaad ville	30	2,219
	Départ HPMAC	30	72,788

Source : Monographie de la wilaya de Djelfa, 2023

Le tableau relatif aux lignes de moyenne tension (30 kV) dans la wilaya de Djelfa met en évidence la structure et l'organisation du réseau de distribution de l'énergie électrique. Il illustre le processus d'acheminement de l'électricité depuis les postes de transformation vers les différentes zones de consommation à travers plusieurs postes principaux, notamment Djelfa, Aïn El Ibel, Messaad, Aïn Oussara et Hassi Bahbah.

Les données montrent que le poste THT de Djelfa constitue un pôle central du réseau, assurant l'alimentation d'un nombre important de départs couvrant aussi bien des zones urbaines que rurales. Certaines lignes présentent des longueurs particulièrement élevées, telles que celles reliant Dar Chioukh, Charef ou Sidi Bayzid, ce qui traduit l'étendue géographique de la wilaya ainsi que la nécessité de transporter l'énergie sur de longues distances pour desservir des zones à faible densité.

Par ailleurs, les postes HT d'Aïn El Ibel et de Messaad jouent un rôle essentiel dans la distribution locale de l'électricité. Ils alimentent plusieurs localités proches, avec des longueurs de lignes relativement moyennes, ce qui reflète une concentration plus importante de la demande dans ces zones.

En outre, le poste d'Aïn Oussara apparaît comme un axe stratégique du réseau électrique régional. Il alimente plusieurs départs importants, tels que Sersou, Birine, Hassi Bahbah et Had

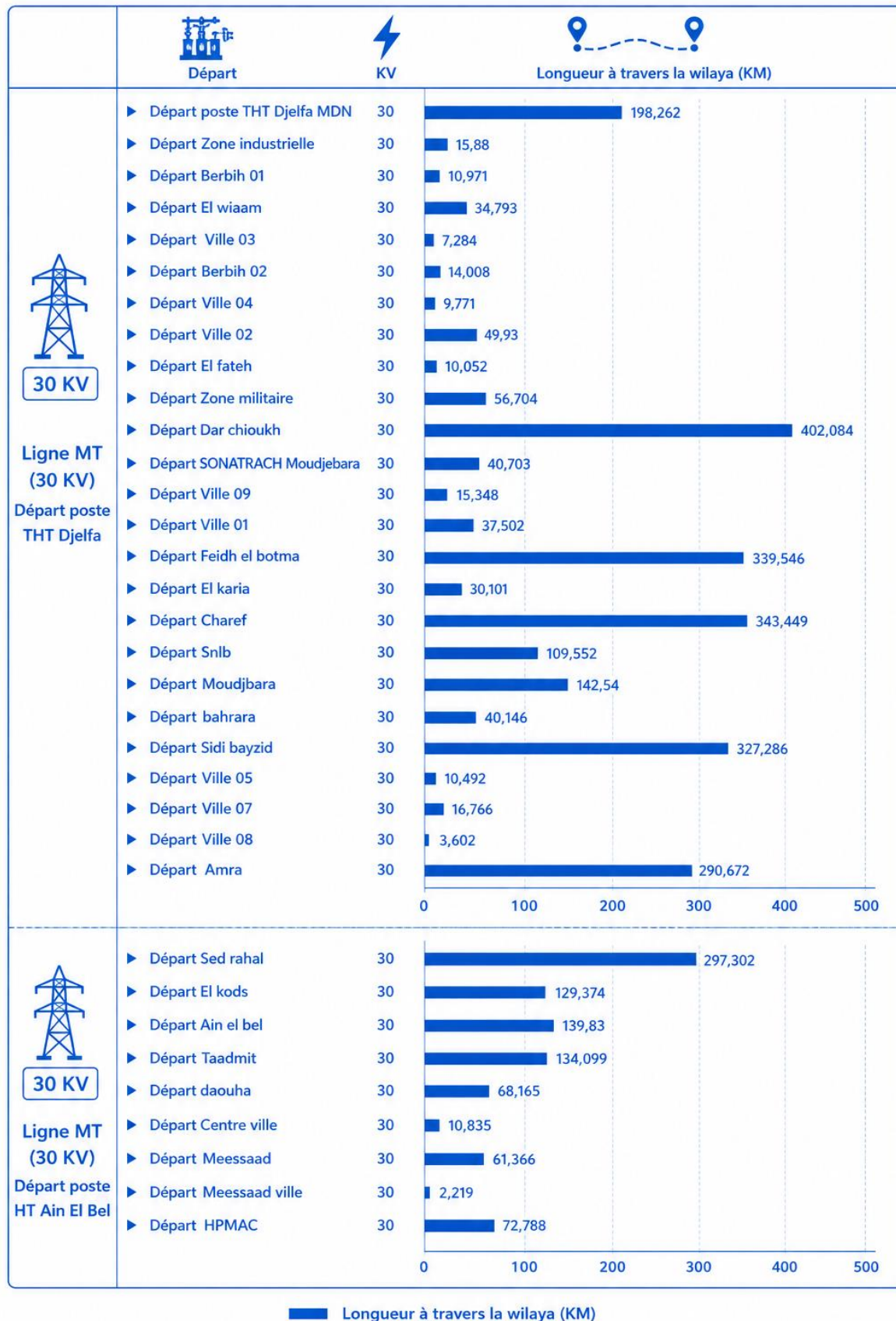
Sahary, dont certaines lignes dépassent les 300 km. Cela souligne son rôle dans l'interconnexion des différentes zones et dans la couverture de vastes espaces à caractère rural.

Le poste de Hassi Bahbah constitue également un nœud important du réseau, contribuant à l'alimentation de plusieurs départs locaux tels que Bouafia, Hôpital et Hassi El Euch. De plus, les « autres lignes MT » (Hassi Fdoul, R'djel, Ouled Djellal, Aflou, etc.) témoignent de l'extension du réseau vers les zones périphériques, renforçant ainsi la continuité territoriale de l'alimentation électrique.

Ainsi, l'ensemble de ces lignes de moyenne tension (30 kV) représente un élément fondamental de l'infrastructure énergétique de la wilaya de Djelfa. Toutefois, l'étendue importante du réseau peut engendrer des pertes électriques significatives, ce qui nécessite l'amélioration des performances du réseau à travers la modernisation des équipements et l'optimisation de la gestion de la distribution.

En conclusion, ce réseau de distribution contribue de manière déterminante à la stabilité et à la continuité de l'approvisionnement en énergie électrique, tout en soutenant le développement économique et social de la région.

Figure 11: Représentation graphique des départs MT (30 KV) et des longueurs des réseaux électriques à travers la wilaya de Djelfa



Source : Réalisé par l'étudiante à partir des données de Monographie de la wilaya de Djelfa, 2023

### 2.3.2 Taux d'électrification actuel par commune :

L'analyse de la dynamique d'électrification rurale dans la wilaya de Djelfa nécessite une appréhension systémique des spécificités géographiques, démographiques et économiques de cette région charnière. S'étendant sur une superficie de 32 256,35 km<sup>2</sup> (soit 1,36 % de la superficie totale du pays) et abritant une population estimée à 1 895 949 habitants à la fin de l'année 2023, Djelfa représente le territoire steppique par excellence de l'Algérie. La topographie locale, partagée entre les Hautes Plaines au nord, les reliefs accidentés de l'Atlas Saharien au centre et la Plate-forme Saharienne au sud, dicte une répartition démographique particulièrement hétérogène. Cette morphologie territoriale complexe conditionne directement l'architecture, le déploiement et la viabilité économique du réseau de distribution électrique géré par le groupe Sonelgaz (et sa filiale de distribution, la SDC). ([monographie djelfa 2023](#))

L'évaluation de la couverture électrique à l'échelle de la wilaya révèle un maillage infrastructurel globalement satisfaisant, bien qu'il dissimule de profondes asymétries spatiales entre les pôles urbains hyper-denses et les vastes étendues rurales. À la fin de l'année 2023, le nombre de foyers raccordés au réseau d'électricité s'élevait à 241 590, portant le taux d'électrification global des foyers occupés à un niveau remarquable de 94,37 %. Ce chiffre témoigne des efforts substantiels consentis par les pouvoirs publics à travers les divers plans de développement quinquennaux et les programmes spécifiques du Fonds commun des collectivités locales (FCCL). ([monographie djelfa2023](#)) ([Electricité et gaz pour les zones isolées : Plus de 22 milliards DA investis par Sonelgaz, 2026](#)) (FARAH, 2023)

Cependant, la lecture de ce taux de pénétration nécessite une nuance académique rigoureuse. Si l'on rapporte le nombre de raccordements au parc total de logements recensés ou projetés à l'horizon 2025 (qui inclut les habitations en cours d'achèvement, les résidences secondaires, l'habitat précaire en voie de résorption et les constructions rurales isolées, soit un total de 331 562 unités), le taux d'électrification du bâti global se situe à 77,56 % (soit 257 162 logements physiquement raccordables à court terme). Cette distinction méthodologique est fondamentale : elle démontre que si la quasi-totalité de la population sédentarisée et résidente bénéficie de l'énergie électrique de manière effective, une marge de progression technique colossale demeure pour accompagner l'extension effrénée du parc immobilier rural, le développement de l'auto-construction et la sédentarisation progressive des populations nomades. ([monographie djelfa2023](#))

La macrocéphalie urbaine de la wilaya de Djelfa explique en grande partie la polarisation des infrastructures énergétiques. Quatre communes majeures (Djelfa, Ain Oussera, Messaad et Hassi Bahbah) concentrent à elles seules 58,23 % de la population totale de la wilaya (soit 1 104 011 habitants). Cette hyper-concentration démographique a historiquement drainé l'essentiel des investissements d'infrastructures de Sonelgaz, créant de fait un clivage net avec les communes steppiques, agropastorales et montagneuses. L'analyse granulaire des taux d'électrification permet ainsi de catégoriser les 36 communes de la wilaya en trois sous-ensembles distincts, illustrant la fracture territoriale face à l'accès à l'énergie conventionnelle. ([monographie djelfa2023](#))

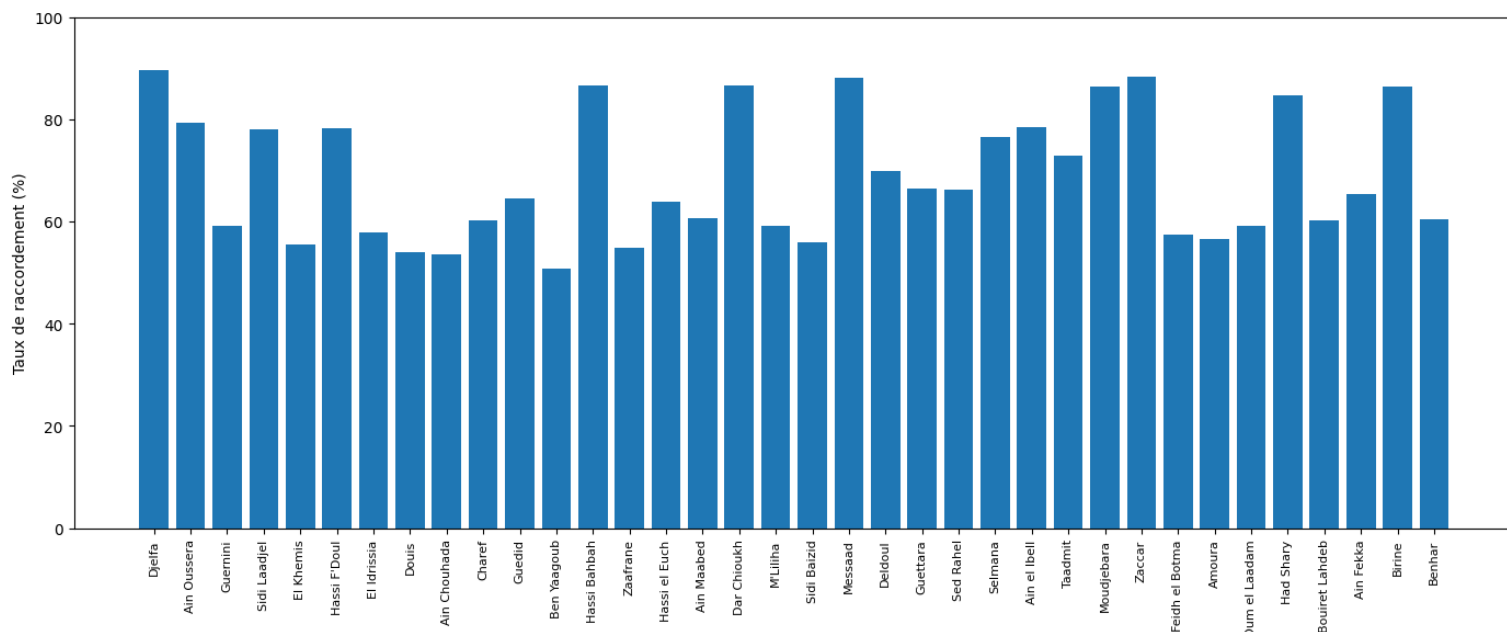
Tableau 13: Taux de raccordement à l'électricité par commune dans la wilaya de Djelfa (2025)

Commune	Taux de raccordement à l'électricité (%)
Djelfa	89,56
Aïn Oussera	79,37
Guernini	59,21
Sidi Laadjel	78,06
El Khemis	55,59
Hassi F'Doul	78,13
El Idrissia	57,82
Douis	53,96
Aïn Chouhada	53,58
Charef	60,27
Guedid	64,40
Ben Yagoub	50,77
Hassi Bahbah	86,64
Zaafrane	54,91
Hassi El Euch	63,77
Aïn Maabed	60,53
Dar Chioukh	86,64
M'Liliha	59,23
Sidi Baizid	55,98
Messaad	88,07
Deldoul	69,76
Guettara	66,36
Sed Rahal	66,32
Selmana	76,50
Aïn El Ibel	78,46
Taadmit	72,87
Moudjebara	86,29
Zaccar	88,33
Feidh El Botma	57,34
Amoura	56,57
Oum El Laadam	59,11
Had Sahary	84,59
Bouiret Lahdeb	60,21
Aïn Fekka	65,39
Birine	86,28
Benhar	60,40

Source : Direction de l'énergie et des mines, 2025

Le tableau met en évidence des disparités spatiales dans les taux de raccordement à l'électricité entre les communes de la wilaya de Djelfa. Les taux les plus élevés sont enregistrés dans les communes de Zaccar (88,33 %), Messaad (88,07 %) et Djelfa (89,56 %), tandis que les communes rurales et dispersées telles que Ben Yagoub (50,77 %), Aïn Chouhada (53,58 %) et Douis (53,96 %) présentent des taux relativement faibles. Cette situation reflète l'influence de la dispersion de l'habitat, de l'étendue du territoire et du coût élevé de l'extension des réseaux électriques dans les zones rurales.

Figure 12 : Taux de raccordement à l'électricité par commune dans la wilaya de Djelfa (2025)



Source : Réalisé par l'étudiante à partir des données de direction de l'énergie et des mines, 2025

### 2.3.2.1. Classification des communes selon la pénétration du réseau électrique :

Pour comprendre la géographie de l'électricité à Djelfa, il convient de croiser les données démographiques récentes avec les taux de raccordement des foyers et les projections d'électrification du parc immobilier. (monographie djelfa2023) (Direction de l'énergie et des mines, 2025)

Tableau 14: Typologie territoriale et niveaux d'électrification des communes de La Wilaya de Djelfa selon les caractéristiques démographiques et infrastructurelles

Catégorie Territoriale	Communes Représentatives	Taux d'électrification (Foyers habités)	Taux d'électrification (Parc global 2025)	Caractéristiques Démographiques et infrastructurelles
<b>Pôles urbains et hyper-électrifiés</b>	Djelfa, Ain Oussera, Messaad, Hassi Bahbah, Dar Chioukh, Birine, Zaccar	95 % à 98 %	79 % à 89 %	Densité démographique très élevée, proximité immédiate des postes de transformation (THT/HT), réseau MT/BT fortement maillé et saturé, coût marginal de raccordement faible.
<b>Communes de transition et d'électrification intermédiaire</b>	Sidi Ladjel, Taadmit, Ain El Ibell, Charef, Guedid, Zaafrane, M'Liliha, Faidh El Botma	81 % à 95 %	54 % à 78 %	Croissance démographique rapide, étalement urbain périphérique important, émergence de nouveaux lotissements sociaux nécessitant de lourdes extensions de lignes, relief mixte.

Catégorie Territoriale	Communes Représentatives	Taux d'électrification (Foyers habités)	Taux d'électrification (Parc global 2025)	Caractéristiques Démographiques et Infrastructurelles
<b>Communes rurales, steppiques et enclavées (en retard de raccordement)</b>	Ben Yaagoub, Ain Chouhada, Douis, El Khemis, Amoura, Guettara, Oum El Laadam	< 93 % (avec de sévères poches d'exclusion)	50 % à 56 %	Habitat extrêmement éparpillé (Zones Éparses), topographie contraignante (Atlas saharien, vastes plateaux), coût de raccordement par habitant prohibitif, populations semi-nomades.

Source : Direction de l'énergie et des mines, 2025

### 1. Les pôles urbains hyper-électrifiés :

Ces centres névralgiques bénéficient d'un tissu urbain dense et d'une proximité immédiate avec les grands postes de transformation de la wilaya. L'extension du réseau y est techniquement aisée et financièrement optimisée par l'économie d'échelle, Sonelgaz pouvant amortir ses coûts de réalisation sur un nombre très important d'abonnés par kilomètre de ligne déployée.

- **Djelfa (Chef-lieu) :** En tant que capitale administrative, la commune de Djelfa abrite un poste d'interconnexion majeur (220/60/30 kV). Avec 77 510 foyers raccordés sur le terrain (représentant un taux de 97,60 % de l'habitat occupé) et des projections de 80 337 foyers électrifiés pour un parc de 89 698 logements (89,56 %), elle affiche un taux de couverture optimal. ([monographie djelfa2023](#))
- **Ain Oussera :** Centre économique du nord de la wilaya, adossé à un poste d'interconnexion stratégique (400/220 kV) récemment mis en service pour soutenir le réseau national, cette commune enregistre un taux de 98,14 % pour les foyers occupés (26 680 abonnés). Rapporté à son parc immobilier total en pleine expansion (35 156 logements), le taux se maintient à un solide 79,37 %. ([monographie djelfa2023](#)) ([Direction de l'énergie et des mines, 2025](#)) ([Sonelgaz, 2026](#))
- **Messaad et Hassi Bahbah :** Ces daïras stratégiques, véritables carrefours commerciaux, affichent des taux de raccordement des foyers respectifs de 95,06 % (21 256 foyers) et 95,40 % (21 219 foyers). La couverture de leur bâti global est estimée à

88,07 % et 86,64 %. Le réseau de distribution y est particulièrement dense, bien que soumis à de fortes contraintes de charge durant les pics estivaux. ([monographie djelfa2023](#)) (Direction de l'énergie et des mines, 2025)

## 2. Les communes de transition et d'électrification intermédiaire :

Ce second groupe rassemble des communes présentant un relief mixte ou des agglomérations secondaires en phase de forte croissance. L'électrification y est freinée par l'étalement urbain périphérique, la prolifération de l'habitat rural limitrophe et l'apparition de nouveaux lotissements sociaux. Ces zones nécessitent des investissements constants pour étendre les lignes de Moyenne Tension (MT - 30 kV) et installer de nouveaux transformateurs.

- **Sidi Ladjel** : Pôle en développement au nord-ouest, la commune affiche un taux de raccordement de 95,40 % des foyers occupés, mais seulement de 78,06 % sur le bâti total (4 288 foyers ciblés sur 5 493 logements). ([monographie djelfa2023](#)) (Direction de l'énergie et des mines, 2025)
- **M'Liliha et Faïdh El Botma** : Ces communes illustrent parfaitement la tension entre un noyau urbain électrifié et une périphérie agropastorale en attente d'infrastructures. M'Liliha présente un taux d'électrification projeté du bâti de 59,23 %, tandis que Faïdh El Botma s'établit à 57,34 % (bien que leurs centres-villes soient couverts à plus de 92 %). ([monographie djelfa2023](#)) (Direction de l'énergie et des mines, 2025)
- **Taadmit** : Avec un taux de 72,87 % sur le parc global (4 021 foyers électrifiés), le développement énergétique de cette commune est structurellement freiné par l'étendue de ses terres agricoles et forestières (notamment le massif du Djebel Senalba Gharbi qui constitue une barrière physique). ([monographie djelfa2023](#))

## 3. Les communes rurales, steppiques et les zones de relégation :

Ces entités territoriales accusent un déficit structurel d'électrification. Elles se caractérisent par un habitat extrêmement dispersé, un relief accidenté (Atlas Saharien) ou la présence de vastes dépressions inhospitalières. L'extension du réseau conventionnel (Moyenne Tension / Basse Tension) y est techniquement complexe et financièrement très onéreuse pour Sonelgaz, le retour sur investissement (ROI) étant quasi nul face au faible nombre d'abonnés potentiels par kilomètre de réseau.

- **Ben Yaagoub** : Il s'agit de la commune la plus faiblement électrifiée de la wilaya selon les projections de bâti total, avec un taux alarmant de 50,77 % (seulement 1 672 foyers ciblés sur un parc de 3 293 logements). ([monographie djelfa2023](#))
- **Aïn Chouhada et Douis** : Situées à l'ouest, ces communes steppiques affichent des taux de couverture du parc global peinant à dépasser la barre des 53 % (respectivement 53,58 % et 53,96 %). ([monographie djelfa2023](#))
- **El Khemis (55,59 %) et Amoura (56,57 %)** : L'habitat de ces communes est fortement contraint par des topographies difficiles, à l'instar des reliefs montagneux abrupts et des anciens villages berbères perchés d'Amourah, qui rendent le passage des engins de levage et le plantage des pylônes MT extrêmement périlleux. (Direction de l'énergie et des mines, 2025) ([monographie djelfa2023](#))

Pour pallier ce déficit structurel affectant les communes accusant un retard endémique, les autorités locales, en coordination avec la Direction de l'Énergie et des Mines, ont mis en œuvre des programmes spécifiques d'électrification rurale. Les données de la wilaya font état d'une

"situation des projets d'électricité rurale" comprenant la programmation de 11 centres couvrant 10 communes, nécessitant l'étude de 672,56 kilomètres de réseau et l'installation de 251 transformateurs, avec pour objectif de raccorder 1 257 logements ruraux isolés. En parallèle, l'électrification des nouveaux lotissements sociaux mobilise également des ressources colossales : 34 quartiers programmés dans 7 communes, impliquant 327,84 km de réseau à l'étude et 122 transformateurs pour alimenter 11 193 logements. Ces chiffres soulignent l'effort continu d'extension du réseau, mais mettent également en exergue les limites du modèle conventionnel filaire face à l'immensité du territoire. ([monographie djelfa2023](#))

### **2.3.3 Zones non raccordées et localités isolées :**

La persistance de zones non raccordées au réseau national dans la wilaya de Djelfa ne relève pas d'une carence de volonté politique ou d'un abandon planifié, mais plutôt d'une combinaison de contraintes géomorphologiques, démographiques et électrotechniques d'une acuité exceptionnelle. Le profil démographique de la wilaya est la clé de voûte de cette problématique : sur les 1 895 949 habitants recensés, environ 343 912 personnes (soit 18,14 % de la population totale) vivent dans ce que la nomenclature officielle de l'Office National des Statistiques (ONS) et de la Wilaya désigne comme des "Zones Éparses" (ZE). ([monographie djelfa2023](#))

#### **2.3.3.1. Répartition géographique des zones de faible couverture électrique dans la wilaya de Djelfa :**

Les zones non raccordées ne sont pas réparties de manière aléatoire ; elles se localisent principalement dans trois grands ensembles géographiques, dictés par la rudesse du milieu naturel Djelfa : ([monographie djelfa2023](#))

##### **1. L'Atlas Saharien (Centre et Sud-Est) : Le défi orographique :**

Le domaine atlasique, traversant le centre de la wilaya, est dominé par des massifs montagneux escarpés tels que le Djebel Senalba (1 598 m), le Djebel Sahary (1 273 m) au nord, et le Djebel Boukahil (1 404 m) au sud. Ces zones abritent des hameaux forestiers, des campements agropastoraux et d'anciennes dechras historiques. Les communes d'Amourah, Moudjebara, Zaccar et Oum Laadham présentent un relief très contrasté, avec des versants à forte pente dépassant parfois les 25 degrés, alternant corniches, crêtes et chevrons. Cette topographie intra-montagneuse entrave physiquement le passage des engins lourds nécessaires à l'érection des pylônes électriques, rendant l'acheminement des lignes de Moyenne Tension (30 kV) vers les synclinaux perchés techniquement périlleux et souvent écologiquement dommageable (nécessité de déboiser des pans de la forêt de Senalba ou de Boukahil). ([monographie djelfa2023](#))

##### **2. Les Hautes Plaines et Bassins Endoréiques : L'instabilité lithologique**

Au nord et au centre de la wilaya, les Hautes Plaines se caractérisent par la présence de vastes dépressions endoréiques (chotts, sebkhas et dayas), telles que le Zahrez Chergui et le Zahrez Gharbi, ainsi que des formations d'accumulations sableuses comme le cordon dunaire d'El Mesrane. Dans ces zones (touchant les territoires de Zaafrane, Hassi El Euch, et Guernini), l'instabilité des sols sablonneux, couplée à une forte salinité des terres (sols halomorphes

excessivement salés), complique drastiquement l'implantation d'infrastructures électriques. Le sel corrode rapidement les socles en béton et les équipements métalliques, tandis que les mouvements dunaires menacent la stabilité des supports de lignes. ([monographie djelfa2023](#))

### **3. La Plate-forme Saharienne (Extrême Sud) : Le vide kilométrique**

Le sud de la wilaya bascule dans la plate-forme saharienne, un écosystème de hamadas (plateaux rocaillieux) et de regs d'une platitude monotone. La commune de Guettara constitue l'archétype de l'isolement absolu : avec une superficie démesurée de 4 864,30 km<sup>2</sup> (la plus vaste de la wilaya) pour une population de seulement 11 524 habitants, sa densité démographique est infime (2,63 habitants/km<sup>2</sup>). Les populations y sont majoritairement nomades ou semi-nomades, gravitant de manière saisonnière autour de points d'eau épars et de parcours alfatiers. Étendre un réseau électrique statique vers des populations mobiles ou des campements éphémères de 5 à 10 tentes (khaïmas) est un non-sens sur le plan de l'ingénierie classique. ([monographie djelfa2023](#))

Face à ces réalités, l'État a déployé un programme massif ciblant spécifiquement ces "zones d'ombre". À l'échelle nationale, près de 2 595 zones d'ombre ont été raccordées au réseau électrique, touchant 64 583 foyers. La wilaya de Djelfa a été l'une des principales bénéficiaires de cette politique de rattrapage. En trois ans, 646 projets de développement dédiés aux zones d'ombre y ont été réalisés. Un exemple probant est l'opération récente menée dans la région rurale de Touazi (commune de Charef), où 54 habitations isolées ont été connectées au réseau. Ce projet, intégré dans une initiative plus vaste couvrant sept zones rurales réparties sur Charef, Ain Oussera, Sidi Laadjel et Djelfa, vise à stabiliser une population de 1 265 habitants et à freiner l'exode rural. ([Leslous, 2026](#)) ([Djelfa : 646 projets de développement réalisés dans les zones d'ombre en trois ans, 2026](#))

#### **2.3.4 Consommation électrique par secteur (résidentiel, agricole, industriel) :**

La structure de la consommation électrique dans la wilaya de Djelfa est le reflet fidèle de son modèle socio-économique intrinsèque : une explosion démographique couplée à une urbanisation rapide, une vocation agropastorale historique en pleine mutation technologique, et un tissu industriel qui, bien que prometteur, demeure à l'état embryonnaire.

Le groupe Sonelgaz, à travers ses infrastructures de transport (GRTE) et de distribution (SDC), assure l'approvisionnement de la wilaya via un système structuré autour de grands postes d'interconnexion : la Très Haute Tension (THT - 400/220 kV) avec le nouveau poste d'Ain Oussera, et la Haute Tension (HT - 220/60 kV) au niveau du poste principal de Djelfa. L'énergie est ensuite abaissée en Moyenne Tension (MT - 30 kV) via une myriade de postes 60/30 kV (Ain El Ibell, Hassi Bahbah, Ain Maabed, Moudjebara, etc.) pour alimenter les secteurs productifs, avant d'être distribuée en Basse Tension (BT - 220/380 V) aux ménages. ([monographie djelfa2023](#)) ([Sonelgaz, 2026](#))

##### **2.3.4.1. Le poids écrasant et grandissant du facteur résidentiel :**

Le facteur résidentiel constitue, de loin, le centre de gravité de la demande électrique dans la wilaya. Cette prépondérance s'aligne sur les tendances macroéconomiques nationales, où les ménages captent la plus grande part de l'énergie finale distribuée. Au niveau national, le nombre d'abonnés de Sonelgaz a dépassé les 9,6 millions en 2018 (avec une croissance de 17,6 % de la consommation du sous-secteur résidentiel cette même année). À Djelfa, la pression du facteur

résidentiel est exacerbée par une conjonction de facteurs démographiques, climatiques et tarifaires. (Benhamouda & Khelifa Hadj, 2021)

**1. Une pression démographique et urbaine soutenue :** Avec un taux d'accroissement annuel moyen de la population de l'ordre de 3,2 %, Djelfa connaît une extension urbaine tentaculaire. Le parc immobilier de la wilaya, estimé à plus de 344 396 logements (dont 300 298 en zone urbaine), intègre chaque année des milliers de nouveaux abonnés Basse Tension. La consommation électrique de ce secteur progresse plus rapidement que le nombre d'abonnés, traduisant une dégradation de la performance énergétique globale des ménages. L'amélioration du taux d'équipement des foyers en électroménager et l'apparition de nouveaux usages expliquent cette inflation de la demande par abonné. (monographie djelfa2023)

**2. La rigueur climatique et les pics de puissance appelée (PMA) :** La géographie de Djelfa l'expose à un climat semi-aride à sub-aride extrêmement rude. Situées sur des Hautes Plaines et des piémonts montagneux (entre 1 000 m et 1 500 m d'altitude), les communes de la wilaya subissent des amplitudes thermiques sévères. Les températures minimales absolues peuvent plonger jusqu'à -13,8 °C en hiver, entraînant une surconsommation massive liée à l'utilisation de dispositifs de chauffage électrique d'appoint ou de résistances. (Boughedaou, Naguib Amin, Pierre Couté, & M. Kamel Dali, 2015)

À l'inverse, la période estivale (avec des températures frôlant les 40 °C) provoque une explosion de la demande due au recours frénétique et simultané à la climatisation. Cette dynamique locale alimente le phénomène national de Puissance Maximum Appelée (PMA). L'Algérie a enregistré un pic historique de consommation d'électricité dépassant les 18 000 Mégawatts (MW) en juillet 2026, supplantant le record de 18 697 MW de 2023 et les 16 822 MW d'août 2022. Face à ces vagues de chaleur, les infrastructures de Sonelgaz dans les pôles urbains de Djelfa sont poussées à leurs limites, nécessitant des délestages ciblés ou l'intervention de cellules de crise. (Pour la première fois en Algérie, la consommation d'électricité dépasse les 18 000 mégawatts, 2026)

**3. Le paramètre de la tarification incitative :** Dans un objectif d'équité territoriale et de soutien social, l'État a instauré une tarification subventionnée pour les régions soumises à des climats extrêmes. Les ménages de la wilaya de Djelfa, au titre des régions des Hauts Plateaux, bénéficient d'une réduction de 10 % sur leur facturation électrique (pour la consommation n'excédant pas 12 000 kWh/an). Bien que socialement indispensable pour lutter contre la précarité énergétique, cette subvention altère le signal-prix et ne favorise pas les comportements de sobriété énergétique. Le gaspillage de l'électricité demeure un fléau, motivant les autorités à introduire des programmes d'Efficacité Énergétique, à l'instar du programme pilote "ECO-BAT" qui a vu la construction de 80 logements à Haute Performance Énergétique (HPE) à Djelfa, visant à réduire la facture de chauffage et de climatisation. (Benhamouda & Khelifa Hadj, 2021)

#### **2.3.4.2. La demande émergente du secteur agricole : L'enjeu critique du pompage solaire**

L'agriculture, dominée par l'agropastoralisme steppique, constitue la colonne vertébrale de l'économie djelfaouie. Les statistiques de 2023 démontrent l'ampleur du secteur : une Surface Agricole Totale (SAT) de 2 501 093 hectares, englobant d'immenses parcours (2 114 041 ha) et une Surface Agricole Utile (SAU) de 387 052 hectares. Le cheptel est pléthorique, dominé par l'élevage ovin extensif (près de 1,94 million de têtes). (monographie djelfa2023)

Historiquement, le secteur agricole algérien représentait une part marginale de la consommation électrique nationale (environ 2 %). Toutefois, la politique de renouveau économique agricole a radicalement modifié cette donne. À Djelfa, la recherche de rendements, l'intensification de la production et la mutation d'une agriculture pluviale (en sec, 326 657 ha) vers une agriculture irriguée (60 395 ha) ont provoqué une explosion de la demande énergétique. (MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA QUALITÉ DE LA VIE, 2024) (monographie djelfa2023)

L'irrigation dans ce milieu semi-aride repose quasi exclusivement sur l'exploitation des ressources hydriques souterraines. La wilaya s'appuie sur sept grandes unités hydrogéologiques, dont la nappe du Plio-Quaternaire de la plaine d'Ain Oussera, les aquifères profonds de l'Albien au sud, ou encore le Plateau Barrémien de Messaad. L'extraction de cette eau nécessite des infrastructures lourdes : en 2023, la wilaya comptait 239 forages profonds et 21 487 puits agricoles. L'alimentation de ces pompes immergées de grande puissance requiert une quantité d'énergie considérable. (monographie djelfa2023) (MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA QUALITÉ DE LA VIE, 2024)

Dans les zones couvertes par le réseau, l'agriculture sollicite les lignes Moyenne Tension de Sonelgaz, contribuant à l'augmentation de la consommation. Cependant, la majeure partie des puits de parcours pastoraux et des exploitations agricoles se situe dans des zones reculées, hors de portée du réseau électrique. Les agriculteurs et éleveurs ont longtemps recouru à des groupes électrogènes diesel, dont les coûts d'exploitation (achat de carburant, transport, maintenance) et l'empreinte carbone menacent la rentabilité des exploitations. (Djelfa : D'importants projets de développement réceptionnés au titre du programme complémentaire, 2026)

C'est ici que l'intersection entre le développement rural et l'énergie photovoltaïque prend tout son sens. Le pompage solaire de l'eau est devenu l'alternative stratégique privilégiée par les autorités. Sous l'impulsion du Ministère de l'Agriculture et du CEREFÉ, des initiatives ont été déployées pour hybrider (solaire/éolien) ou solariser intégralement l'alimentation électrique des forages et puits pastoraux dans la steppe. L'installation de systèmes photovoltaïques dédiés à l'hydraulique agricole permet non seulement de s'affranchir de la dépendance aux énergies fossiles, mais aussi de pérenniser l'abreuvement du bétail (vital pour l'économie locale) et d'augmenter les rendements cultureux grâce à une maîtrise autonome de la ressource en eau.

#### **2.3.4.3 La part modeste mais stratégique du secteur industriel :**

Contrairement aux grands pôles économiques du nord ou de l'est du pays, la consommation électrique industrielle de la wilaya de Djelfa reste, pour l'heure, modeste. Le tissu industriel local y est peu développé et demeure à l'état embryonnaire, malgré l'existence d'assiettes foncières aménagées. La wilaya dispose de deux Zones Industrielles (ZI) principales à Djelfa (240 ha) et Ain Oussera (400 ha), ainsi que de 16 Zones d'Activité (ZA) réparties sur 8 communes (cumulant 898 ha). (monographie djelfa2023)

L'activité est circonscrite à un nombre limité d'unités (46 unités industrielles actives), majoritairement alimentées en Moyenne Tension (MT). La consommation électrique de ce secteur est tirée par trois branches principales : (monographie djelfa2023)

1. **L'industrie agroalimentaire** : Qui comprend les grandes minoteries (Moulins de Djelfa, Moulin Bouamara), les laiteries industrielles (Laiterie Sweetle à Ain Oussera) et l'Office National d'Aliments du Bétail (ONAB). ([monographie djelfa2023](#))
2. **L'industrie des matériaux de construction** : Hautement énergivore, cette branche intègre des unités de production de briques rouges (Briqueterie Naili avec plus de 15 millions d'unités produites), de plâtre, de carrelage et des centrales à béton. ([monographie djelfa2023](#))
3. **L'industrie manufacturière et de transformation** : Représentée notamment par la Tannerie des Hauts Plateaux (THP) à Djelfa (transformation de la peau bovine), les unités de transformation plastique et de fabrication de câbles en cuivre. ([monographie djelfa2023](#))

Bien que le volume de mégawattheures (MWh) consommé par l'industrie locale soit marginal comparativement à la demande résidentielle, les pouvoirs publics et Sonelgaz anticipent un décollage économique de la région. Pour sécuriser l'alimentation électrique des futures industries et garantir la qualité de l'énergie (stabilité de la tension, continuité de service), des investissements massifs ont été réalisés dans l'infrastructure de transport et de transformation. La mise en service du poste Très Haute Tension (THT 400/220 kV) d'Ain Oussera, la création de postes 60/30 kV dédiés aux zones industrielles, et surtout le projet stratégique de la grande centrale électrique à cycle combiné de Djelfa (d'une capacité de 1 200 MW, portée par la SPE, filiale de Sonelgaz) visent à transformer la wilaya d'un simple centre de consommation résidentielle en un véritable pôle de production et de distribution énergétique. ([monographie djelfa2023](#)) (Sonelgaz, 2026)

### Conclusion :

L'analyse des caractéristiques territoriales, démographiques et énergétiques de la wilaya de Djelfa met en évidence les spécificités d'un espace steppique vaste et stratégique, marqué à la fois par des contraintes naturelles importantes et par des potentialités énergétiques considérables. La diversité du relief, le climat semi-aride, l'irrégularité des précipitations ainsi que l'étendue du territoire influencent fortement l'organisation spatiale de la population, les activités économiques dominantes et les besoins en infrastructures énergétiques.

L'étude a montré que la wilaya de Djelfa connaît une dynamique démographique soutenue accompagnée d'un processus progressif d'urbanisation, tout en conservant une population rurale significative répartie sur de vastes espaces. Cette configuration territoriale engendre des défis importants en matière d'aménagement, notamment pour l'extension des réseaux électriques et l'amélioration de l'accès aux services énergétiques dans les zones dispersées et éloignées.

Par ailleurs, l'économie locale demeure largement dominée par les activités pastorales et agricoles, fortement dépendantes des conditions climatiques et des ressources naturelles disponibles. Toutefois, le développement progressif des activités industrielles et tertiaires traduit une évolution graduelle de la structure économique de la wilaya et une augmentation continue des besoins énergétiques liés à la croissance urbaine, aux activités productives et à l'amélioration des conditions de vie.

L'analyse des infrastructures électriques existantes révèle également les efforts importants réalisés par les pouvoirs publics et les opérateurs énergétiques afin de renforcer le réseau de transport et de distribution de l'électricité à travers l'ensemble du territoire. Malgré un taux d'électrification relativement élevé, certaines disparités territoriales persistent, notamment dans les zones rurales isolées où les contraintes géographiques et les coûts élevés d'extension du réseau limitent encore la couverture électrique complète.

En outre, l'étude du gisement solaire de la wilaya met en évidence un potentiel énergétique particulièrement favorable au développement des énergies renouvelables. Avec un ensoleillement annuel dépassant largement 3 200 heures, la wilaya de Djelfa dispose d'atouts naturels majeurs permettant d'envisager des solutions alternatives et complémentaires au réseau conventionnel, notamment à travers le recours à l'énergie solaire photovoltaïque.

Ainsi, ce chapitre a permis de dresser un diagnostic territorial et énergétique global de la wilaya de Djelfa, constituant une base essentielle pour comprendre les enjeux liés à l'électrification rurale et au développement énergétique durable dans la région. Ces éléments serviront de fondement aux analyses développées dans les chapitres suivants, consacrés à l'évaluation des contraintes d'accès à l'électricité et aux perspectives de développement des systèmes énergétiques adaptés aux spécificités territoriales de la wilaya.

# CHAPITRE III — ÉTAT DES LIEUX DE L'ÉLECTRIFICATION RURALE À DJELFA

## Introduction :

L'accès à l'énergie constitue le socle fondamental de la cohésion spatiale et du développement socio-économique, un impératif qui revêt une dimension d'autant plus stratégique dans la wilaya de Djelfa. Situé à l'interface géopolitique et écologique entre le Tell septentrional et le Sahara méridional, ce vaste territoire steppique de plus de 32 000 km<sup>2</sup> se caractérise par un écosystème fragile et une vocation agropastorale prédominante. Si l'État algérien et la Sonelgaz ont consenti des investissements colossaux pour généraliser l'accès à l'électricité, hissant le taux de couverture global à des niveaux satisfaisants dans les pôles urbains, cette performance statistique masque de profondes fractures territoriales. Le raccordement des zones rurales isolées, où réside près d'un cinquième de la population et souvent qualifiées de « zones d'ombre », se heurte aujourd'hui aux limites économiques et techniques du modèle d'extension linéaire.

La problématique centrale réside dans l'inadéquation entre une infrastructure de réseau conventionnel, par nature rigide et onéreuse, et la dispersion extrême de l'habitat liée à la sédentarisation inachevée des populations nomades. Dans ces marges territoriales, l'absence d'une énergie fiable et pérenne ne se résume pas à un déficit de confort ; elle compromet la sécurité alimentaire par le blocage de l'irrigation agricole, entrave le fonctionnement des infrastructures sociocommunitaires vitales telles que la santé et l'éducation, et exacerbe, in fine, l'exode rural. Dès lors, ce chapitre s'attachera à dresser un état des lieux exhaustif de l'électrification rurale à Djelfa. L'analyse évaluera d'abord l'architecture des infrastructures existantes et la cartographie de la demande non satisfaite. Elle disséquera ensuite les obstacles morpho-structurels, climatiques et financiers entravant l'action publique, avant de mettre en lumière les impacts multidimensionnels de la précarité énergétique sur le développement humain et économique local.

### 3.1 Diagnostic de l'électrification rurale :

L'électrification des zones rurales est un défi important pour l'État algérien. Elle touche à la fois à la souveraineté et à l'équité territoriale. Le Schéma National d'Aménagement du Territoire, qui définit les politiques jusqu'en 2030, met l'accent sur cet aspect.

Dans la région de Djelfa, située au cœur des Hauts-Plateaux steppiques, cette question est particulièrement cruciale. La grande superficie de la wilaya, la fragilité de son écosystème et les changements profonds dans les modes de vie de la population sont autant de facteurs qui rendent cette problématique spécifique.

Ce chapitre vise à évaluer de manière approfondie l'électrification rurale dans cette région. Il examine les différences dans le raccordement à l'électricité, les obstacles techniques et financiers liés au réseau conventionnel, ainsi que les conséquences de l'instabilité énergétique sur le développement humain et économique. L'électrification rurale dans la wilaya de Djelfa nécessite une attention particulière pour répondre aux besoins de la population et favoriser un développement durable. (Schéma National d'Aménagement 2030, 2010) (SDAT -DJELFA phase 01, 2012)

#### 3.1.1 Analyse géographique et morpho-structurale du territoire de Djelfa :

La wilaya de Djelfa se distingue par une position stratégique dans la partie centrale de l'Algérie du Nord, s'étendant au-delà des piémonts sud de l'Atlas Tellien. Cette situation de transition entre les zones humides du nord et l'aridité saharienne conditionne l'ensemble de l'organisation spatiale et, par extension, la configuration des réseaux énergétiques. Pour comprendre le déséquilibre territorial, il est impératif de disséquer la morphologie physique de la région, qui impose des barrières naturelles à l'extension linéaire des câbles électriques. (Monographie Djelfa , 2024)

##### 3.1.1.1. Une tripartition physique contraignante :

Le territoire de Djelfa s'organise autour de trois grands ensembles géomorphologiques qui dictent les coûts et la faisabilité des raccordements électriques. Au nord, les hautes plaines occupent environ 4 160 km<sup>2</sup>. Ce vaste bassin, bien que situé à des altitudes élevées (entre 650 m et 900 m), présente un relief relativement monotone, facilitant le déploiement des lignes électriques. C'est dans cette zone que l'on retrouve les sous-bassins d'Ain Oussera et des Zahrez, où l'activité agricole est intense et la densité de population plus élevée. (Monographie Djelfa , 2024)

Le centre de la wilaya est dominé par les monts de l'Atlas saharien, principalement le massif des Ouled Naïl. Ce domaine montagneux, bien que moins accidenté que le Tell, culmine à 1 598 m au Djebel Senalba. Les reliefs y sont contrastés, marqués par des versants à forte pente dépassant parfois les 25 %, ce qui constitue un obstacle technique majeur pour le transport de l'électricité en haute et moyenne tension. Les couloirs intramontagnards permettent certes le franchissement, mais l'érosion hydrique et les accumulations sableuses obligent à une maintenance accrue des infrastructures. (Monographie Djelfa , 2024) (Gestion des ressources en eaux de la région de Djelfa. , 2021)

Enfin, au sud, la plate-forme saharienne se caractérise par une monotonie de paysages plats, entrecoupés de chenaux d'oueds et de dépressions fermées comme les chotts et les dayas. Les altitudes descendent ici sous les 400 m. Bien que le relief ne présente aucune contrainte majeure à l'aménagement, l'immensité de cette zone et la rareté des points d'eau pérennes entraînent une dispersion extrême de l'habitat, rendant le raccordement au réseau conventionnel économiquement irrationnel pour l'opérateur public Sonelgaz. (Monographie Djelfa , 2024)

### 3.1.1.2. Fragmentation spatiale et dispersion démographique :

Le déséquilibre territorial à Djelfa ne résulte pas seulement du relief, mais de la manière dont la population occupe l'espace. Au 31 décembre 2023, la population est estimée à 1 895 949 habitants. Cependant, cette masse démographique est loin d'être répartie de manière homogène. (Monographie Djelfa , 2024)

Tableau 15: Répartition de la population par type d'agglomération (2024)

Type d'agglomération	Population (2023)	Pourcentage (%)	Taux d'électrification estimé(%)
Agglomérations Chefs-lieux (ACL)	1 466 274	77,34	94,00 ~
Agglomérations Secondaires (AS)	85 763	4,52	85,00 - 80,00 ~
Zones éparses (ZE)	343 912	18,14	70,00 - 65,00 ~
<b>Total Wilaya</b>	<b>1 895 949</b>	<b>100,00</b>	<b>(Moyenne estimée) ~ 89,00</b>

Source : Monographie Djelfa, 2024

Près d'un cinquième de la population vit dans des zones éparses (ZE), souvent qualifiées de « zones d'ombre ». Cette dispersion est le fruit d'une culture agro-pastorale séculaire où les familles se fixent à proximité des points de pâturage ou des dayas cultivables. Pour l'électrification rurale, ces 18,14 % de la population représentent le défi le plus complexe, car ils sont situés en dehors des centres de vie urbains bénéficiant déjà d'une infrastructure consolidée. Les disparités sont flagrantes entre une commune comme Djelfa (chef-lieu), avec une densité de 1 303 hab/km<sup>2</sup>, et une commune saharienne comme Guettara, qui ne compte que 2,63 hab/km<sup>2</sup>. Cette dédensification vers le sud crée un effet d'éloignement où chaque kilomètre de réseau supplémentaire ne dessert qu'une poignée de foyers, faisant exploser le coût marginal du raccordement.

### 3.1.1.3. Contraintes techniques et analyse des coûts de raccordement :

L'extension du réseau électrique conventionnel (HTA/BTA) vers les zones isolées de Djelfa se heurte à des réalités économiques brutales. L'éloignement des centres de distribution impose des longueurs de réseau disproportionnées par rapport au nombre d'abonnés servis.

- Les réseaux HTA et BTA : Une infrastructure sous pression :

Le réseau de distribution de la wilaya est vaste. À la fin de 2023, il totalisait 12 595 km de lignes, répartis entre la moyenne tension (6 520 km) et la basse tension (6 075 km). Cette infrastructure s'appuie sur des postes de transformation stratégiques, tels que le poste 400/220

kV d'Ain Oussera, pièce maîtresse de la dorsale nord-sud de l'Algérie. Cependant, l'acheminement de l'énergie depuis ces sources vers les communes rurales nécessite des investissements massifs.

Le tableau suivant présente une analyse des longueurs de réseau nécessaires pour certaines communes rurales caractéristiques :

**Tableau 16: Répartition des longueurs du réseau électrique par commune (2023)**

Commune	Longueur Moyenne Tension (km)	Longueur Basse Tension (km)	Total Réseau (km)
Aïn El Ibel	822,02	1 114,01	1 936,03
M'Liliha	421,47	297,87	719,34
Hassi Fedoul	377,73	437,12	814,86
Guettara	108,38	87,18	195,57

Source : Monographie Djelfa, 2024

- Analyse financière des priorités d'électrification rurale ;

L'examen des listes de priorités pour l'électrification rurale à Djelfa met en lumière des ratios financiers alarmants qui illustrent le déséquilibre territorial. Dans les localités ultra-isolées, le montant de l'opération par logement atteint des sommets.

**Tableau 17: Programme de réalisation des réseaux MT/BT et équipements par commune**

Commune / Localité	Réseau MT/BT (km)	Nb Postes	Nb Logements	Montant Opération (DA)
Guettara (V. Tahiri Mohamed)	316,70	70	210	1 582 100 000
Birine (Harbat)	349,00	77	232	1 747 320 000
Had Sahary (Ech-Chareb 02)	111,09	38	273	444 360 000
Selmana (Oum El Khachab)	45,75	6	71	229 460 000
Djelfa (Om Ed-Dffaine)	21,50	9	44	107 500 000

Source : Monographie Djelfa, 2024

L'analyse de ces données révèle que pour électrifier le village Tahiri Mohamed à Guettara, l'État doit investir plus de 1,5 milliard de dinars pour seulement 210 foyers, soit un investissement colossal de plus de 7,5 millions de dinars par logement raccordé. À titre de comparaison, dans des zones plus denses ou périurbaines, ce coût chute drastiquement sous le million de dinars. Ce « surcoût de l'isolement » pose la question de la viabilité du réseau conventionnel. Dans de nombreux cas, il est nécessaire d'installer un poste de transformation

pour seulement 3 ou 4 logements, ce qui entraîne des pertes techniques en ligne considérables et une rentabilité d'exploitation négative pour la Sonelgaz. (Monographie Djelfa , 2024)

### 3.1.2 Diagnostic territorial et identification des zones de précarité énergétique :

La wilaya de Djelfa, par sa position centrale, sert de carrefour entre le Tell septentrional et le Sahara méridional. Cette position stratégique ne masque cependant pas les disparités internes majeures en matière d'accès aux services publics de base. Le diagnostic de l'électrification révèle une fracture entre les centres urbains, quasi intégralement raccordés, et un milieu rural profond où l'énergie reste un luxe inaccessible pour des milliers de foyers. (SDAT -DJELFA phase 01, 2012)

#### 3.1.2.1. Disparités statistiques et taux de couverture : Urbain vs Rural

Bien que les rapports officiels affichent souvent des taux de couverture globaux flatteurs, une analyse fine par commune révèle des poches de sous-développement énergétique persistantes. À Djelfa, le taux d'électrification global de la wilaya est officiellement de 94,37 % en 2023, mais ce chiffre englobe des réalités très contrastées. (Monographie Djelfa , 2024)

#### 3.1.2.2. Taux d'électrification par commune 2025 :

Tableau 18: Taux d'électrification des logements par commune (2025)

Commune	Parc total de logements	Nombre de foyers électriques	Taux électricité 2025 (%)
Djelfa	89 698	80 337	89,56
Aïn Oussera	35 156	27 903	79,37
Guernini	3 724	2 205	59,21
Sidi Laadjel	5 493	4 288	78,06
El Khemis	1 968	1 094	55,59
Hassi F'doul	4 326	3 380	78,13
El Idrissia	10 876	6 288	57,82
Douis	2 702	1 458	53,96
Aïn Chouhada	2 316	1 241	53,58
Charef	7 672	4 624	60,27
Guedid	5 200	3 349	64,40
Ben Yaagoub	3 293	1 672	50,77
Hassi Bahbah	19 562	16 949	86,64
Zaafrane	5 458	2 997	54,91
Hassi El Euch	3 759	2 397	63,77
Aïn Maabed	6 209	3 758	60,53
Dar Chioukh	10 646	9 224	86,64
M'Liliha	5 303	3 141	59,23

Commune	Parc total de logements	Nombre de foyers électriques	Taux électricité 2025 (%)
Sidi Baizid	4 162	2 330	55,98
Messaad	20 113	17 714	88,07
Deldoul	3 294	2 298	69,76
Guettara	2 809	1 864	66,36
Sed Rahal	4 181	2 773	66,32
Selmana	4 030	3 083	76,50
Aïn El Ibel	9 559	7 500	78,46
Tadmit	5 518	4 021	72,87
Moudjebara	5 593	4 826	86,29
Zaccar	1 714	1 514	88,33
Feidh El Botma	6 819	3 910	57,34
Amoura	3 058	1 730	56,57
Oum El Aadam	4 358	2 576	59,11
Had Sahary	7 977	6 748	84,59
Bouira Lahdeb	4 014	2 417	60,21
Aïn Fekka	6 002	3 925	65,39
Birine	9 924	8 562	86,28
Benhar	5 076	3 066	60,40
<b>TOTAL</b>	<b>331 562</b>	<b>257 162</b>	<b>77,56</b>

Source : Direction de l'énergie et des mines 2025

Ce tableau met en évidence les disparités spatiales du taux d'électrification au niveau des communes de la wilaya de Djelfa en 2025, confirmant l'existence d'un contraste marqué entre les espaces urbains et les zones rurales, malgré un taux global relativement élevé de 77,56 %.

Les données montrent que certaines communes à caractère urbain ou semi-urbain enregistrent des taux de couverture élevés, notamment :

- Djelfa (89,56 %)
- Messaad (88,07 %)
- Hassi Bahbah (86,64 %)
- Dar Chioukh (86,64 %)

Ces performances s'expliquent par une forte densité de population et une meilleure accessibilité aux infrastructures.

À l'inverse, plusieurs communes rurales affichent des taux faibles ou moyens, telles que :

- Ben Yaagoub (50,77 %)
- Douis (53,96 %)
- Aïn Chouhada (53,58 %)
- El Khemis (55,59 %)
- Sidi Baizid (55,98 %)

Ces niveaux traduisent des difficultés d'accès à l'électricité, liées à la dispersion de l'habitat, à l'éloignement géographique et à la faible rentabilité des projets d'électrification.

Par ailleurs, un groupe intermédiaire de communes présente des taux de couverture moyens (entre 60 % et 75 %), reflétant des situations de transition où les efforts d'électrification restent partiellement contraints.

Globalement, ce tableau démontre que les taux globaux peuvent masquer des inégalités territoriales significatives, avec une électrification quasi généralisée dans les zones urbaines, tandis que les espaces ruraux continuent de présenter des déficits importants. Cela souligne la nécessité d'adopter des politiques différenciées adaptées aux spécificités locales.

### 3.1.2.3. Analyse granulaire des communes à faible taux de raccordement :

L'analyse des données techniques par daïra permet d'identifier les points critiques où l'extension du réseau filaire classique de Sonelgaz atteint ses limites économiques et techniques. Les daïras de Charef, Idrissia, Messaâd et Dar Chioukh sont les principaux lieux où se déroulent ou sont prévues des opérations d'envergure. (*Direction de l'énergie et des mines – Djelfa, 2022*)

- **Daïra de Charef : Un défi de dispersion :**

La daïra de Charef présente un véritable défi en termes de dispersion. Elle comprend plusieurs communes, notamment Charef, El Guedid et Ben Yakoub. Le défi ici est de fournir des services à ces localités éloignées où il y a beaucoup de kilomètres de routes par rapport au nombre de logements.

Par exemple, dans la zone d'El Harach qui se trouve dans la commune d'El Guedid, il faudrait réaliser environ 117 kilomètres de réseau pour connecter seulement 110 logements. Cela montre à quel point il est difficile de desservir ces zones éloignées et peu peuplées. (*Direction de l'énergie et des mines – Djelfa, 2022*)

**Tableau 19: Indicateurs d'extension des réseaux MT/BT dans la daïra de Charef**

Commune	Localité / Centre	Réseau MT/BT (km)	Nombre de Postes	Logements	Coût de l'opération (DA)
Charef	Ghattia	50,28	10	40	251 800 000,00

Commune	Localité / Centre	Réseau MT/BT (km)	Nombre de Postes	Logements	Coût de l'opération (DA)
Charef	Dayat En Nàama - Glib Et-Tayir	99,76	33	150	500 300 000,00
El Guedid	El Harach	117,32	34	110	587 700 000,00
El Guedid	El Gouer - El Hanka	61,80	22	72	309 720 000,00
Ben Yakoub	Es-Saguifa	16,52	7	37	82 970 000,00

Source : (Direction de l'énergie et des mines – Djelfa, 2022)

Le tableau des projets de raccordement aux réseaux électriques dans la daïra de Charef montre une situation difficile. Les habitations sont très dispersées et il y a peu de gens qui vivent dans chaque endroit. Cela rend les opérations de raccordement électrique coûteuses et peu efficaces.

L'analyse des données montre que les réseaux électriques sont très longs par rapport au nombre de logements qu'ils desservent. Par exemple :

\* El Harach : il y a environ 1,07 kilomètre de réseau pour chaque logement (117,32 kilomètres pour 110 logements)

\* Dayat En-Nàama - Glib Et-Tayir : il y a environ 0,66 kilomètre de réseau pour chaque logement

Cela signifie que les habitations sont très éloignées les unes des autres et que les réseaux électriques doivent être très longs pour les relier. Cela coûte cher et ne profite qu'à peu de gens.

- **L'analyse du coût d'investissement par logement montre également des disparités importantes :**
- El Harach : environ 5,34 millions de dinars algériens par logement
- Ghattia : environ 6,29 millions de dinars algériens par logement (le coût le plus élevé)
- Es-Saguifa : environ 2,24 millions de dinars algériens par logement (le coût le plus bas)

Ces différences sont principalement dues à la longueur des réseaux qui doivent être construits, et non au nombre de logements, C'est pourquoi il convient de répartir les zones en fonction de la longueur de réseau requise, et d'en déduire les coûts financiers nécessaires pour chaque zone.

De plus, il y a beaucoup de postes de transformation par rapport au nombre de logements, avec un ratio qui peut atteindre 1 poste pour 4 à 5 logements. Cela montre que la demande d'énergie est très dispersée.

Ces résultats confirment que la daïra de Charef est un cas typique de dispersion des habitations, ce qui se traduit par :

- Un coût élevé par logement raccordé
- Une faible rentabilité des investissements
- Une extension importante des réseaux pour une population réduite

Dans ce contexte, il est essentiel de trouver des solutions pour améliorer la situation, telles que la rationalisation du réseau électrique ou le recours à des solutions alternatives, afin de réduire les coûts tout en assurant un service électrique fiable.

• **Daïra de l'Idrissia : L'enclavement des zones périphériques :**

La daïra de l'Idrissia connaît un véritable problème d'enclavement dans ses zones périphériques. Les zones de Douis Ouest et Douis Sud, en particulier, ont besoin de nombreuses infrastructures pour répondre aux besoins des populations qui y vivent de manière dispersée. Le coût de raccordement par logement est très élevé dans cette région, ce qui reflète bien l'isolement géographique de ces sites qui sont principalement utilisés pour l'élevage. La daïra de l'Idrissia doit donc faire face à des défis importants pour améliorer les conditions de vie de ses habitants dans ces zones éloignées. (Direction de l'énergie et des mines – Djelfa, 2022)

Tableau 20: Indicateurs d'extension des réseaux MT/BT dans la daïra de l'Idrissia

Commune	Localité	Réseau MT/BT (km)	Postes	Logements	Montant (DA)
Douis	Zone Ouest	82,19	29	115	412 100 000,00
Douis	Zone Sud	67,32	22	83	337 430 000,00
Idrissia	Ech-Chaïb	69,15	11	49	346 240 000,00
Idrissia	El Khadhra	52,48	18	62	263 020 000,00

Source : (Direction de l'énergie et des mines – Djelfa, 2022)

Le tableau qui montre les localités de Douis et de la commune d'Idrissia met en évidence un problème d'enclavement des zones périphériques. Cela a un impact direct sur les performances techniques et économiques des projets de raccordement aux réseaux électriques MT/BT.

L'analyse des données montre que ces zones ont besoin de longs réseaux pour desservir un petit nombre de logements. Cela signifie que la densité d'habitat est faible et que les logements sont dispersés sur une grande surface. Le ratio de longueur de réseau par logement est le suivant :

- Ech-Chaïb : environ 1,41 kilomètre par logement, ce qui est la valeur la plus élevée
- El Khadhra : environ 0,85 kilomètre par logement
- Douis Sud : environ 0,81 kilomètre par logement
- Douis Ouest : environ 0,71 kilomètre par logement

Ces chiffres montrent que la localité d'Ech-Chaïb est un cas extrême d'enclavement. Elle nécessite des investissements importants pour une population réduite.

Sur le plan économique, le coût d'investissement par logement est très élevé. Il atteint :

- Ech-Chaïb : environ 7,07 millions de dinars algériens par logement, ce qui est le plus élevé
- Douis Sud : environ 4,06 millions de dinars algériens par logement
- Douis Ouest : environ 3,58 millions de dinars algériens par logement
- El Khadhra : environ 4,24 millions de dinars algériens par logement

Ces valeurs sont parmi les plus élevées de la wilaya. Elles montrent que l'isolement géographique est un facteur important dans l'augmentation des coûts.

De plus, le nombre de postes de transformation est relativement élevé par rapport au nombre de logements. Cela signifie que la demande énergétique est dispersée et que les réseaux doivent être étendus.

Ainsi, la daïra d'Idrissia est un exemple parfait de situation d'enclavement territorial. Elle est caractérisée par :

- Une dispersion de l'habitat
- Des coûts élevés par logement raccordé
- Une faible rentabilité des investissements
- Une forte contrainte d'accessibilité

Dans ce contexte, il est indispensable d'adopter des stratégies d'aménagement spécifiques. Ces stratégies doivent concilier l'équité territoriale et l'optimisation des coûts d'infrastructure.

• **Daïra de Messaâd : La contrainte du Grand Sud :**

Messaâd, qui est surnommée la porte du Sahara, doit faire face à des défis liés à la distance qui sont encore plus difficiles. Prenez par exemple la commune de Guettara. Pour le seul village de Tahiri Mohamed, il faudrait un réseau de 316 kilomètres pour desservir deux cent dix logements. Cela nécessiterait un investissement énorme de plus d'un milliard cinq cents millions de dinars algériens.

Cette démesure technique pose la question de la viabilité du réseau conventionnel dans les zones présahariennes. (Direction de l'énergie et des mines – Djelfa, 2022)

**Tableau 21: Indicateurs d'extension des réseaux MT/BT dans la daïra de Messaâd**

Commune	Localité	Réseau MT/BT (km)	Postes	Logements	Montant (DA)
Selmana	El Kharza	90,65	24	110	454 350 000,00
Guettara	Village Tahiri Mohamed	316,00	70	210	1 582 100 000,00
Guettara	Guettara	113,00	25	74	565 740 000,00

Source : Direction de l'énergie et des mines – Djelfa, 2022

Le tableau qui concerne la daïra de Messaâd, et plus précisément les communes de Selmana et Guettara, présente une situation particulièrement difficile. Cette difficulté est due aux caractéristiques spécifiques du Grand Sud présaharien. Dans cette région, les effets de la dispersion et de l'enclavement sont amplifiés par la grande distance entre les localités et la faible densité de population.

Les données montrent que les réseaux nécessitent des linéaires exceptionnellement longs, notamment à Tahiri Mohamed, qui se trouve dans la commune de Guettara. En effet, il faudrait déployer environ un kilomètre et demi de réseau par logement, ce qui représente trois cent seize kilomètres pour deux cent dix logements. Ce ratio montre que les habitations sont très dispersées. On observe des valeurs similaires à Guettara, où il faut environ un kilomètre et demi de réseau par logement, et à El Kharza, qui se trouve dans la commune de Selmana, où il faut environ huit cent mètres de réseau par logement.

Sur le plan économique, les coûts d'investissement sont très élevés. À Tahiri Mohamed, par exemple, il faudrait investir environ sept millions et demi de dinars algériens par logement. À Guettara, ce coût est encore plus élevé, puisqu'il atteint environ sept millions et soixante-cinq mille dinars algériens par logement. À El Kharza, le coût est d'environ quatre millions et

cent mille dinars algériens par logement. Ces coûts sont parmi les plus élevés et montrent l'impact direct des contraintes géographiques et des distances importantes sur les investissements.

De plus, le nombre de postes de transformation est élevé par rapport au nombre de logements. On peut avoir un poste pour trois logements, ce qui confirme que la demande énergétique est très faible.

La daïra de Messaâd illustre une contrainte majeure du Grand Sud, qui est caractérisée par des distances extrêmes, une dispersion accentuée de l'habitat, des coûts d'infrastructure très élevés et une faible rentabilité du modèle conventionnel. Dans ce contexte, la viabilité du modèle classique de distribution électrique est fortement remise en question, notamment dans les zones présahariennes.

Il est donc nécessaire d'envisager des solutions alternatives adaptées, telles que les systèmes énergétiques décentralisés, les mini-réseaux et les solutions hybrides qui combinent production locale et distribution limitée. Ces solutions peuvent aider à assurer un équilibre entre efficacité économique et équité territoriale.

➤ **Comparaison territoriale des configurations de l'électrification rurale :**

La comparaison entre les daïras de Charef, d'Idrissia et de Messaâd met en évidence une différenciation nette des contraintes territoriales affectant l'électrification rurale, malgré une caractéristique commune liée à la faible densité de l'habitat et à sa dispersion.

Dans la daïra de Charef, la contrainte dominante est celle de la dispersion spatiale, se traduisant par des linéaires de réseau élevés par rapport au nombre de logements, ce qui engendre des coûts d'investissement importants et une faible rentabilité des projets.

La daïra d'Idrissia, quant à elle, se caractérise principalement par une situation d'enclavement territorial, où l'accessibilité difficile des zones périphériques accentue les coûts d'aménagement et complexifie les opérations de raccordement.

En revanche, la daïra de Messaâd représente un cas extrême, où se combinent dispersion, enclavement et contraintes liées aux distances propres aux espaces présahariens, conduisant aux niveaux les plus élevés de coûts et de linéaires, remettant ainsi en question la viabilité du modèle conventionnel.

Ainsi, ces territoires peuvent être classés selon trois configurations principales :

- Un modèle de dispersion (Charef)
- Un modèle d'enclavement (Idrissia)
- Un modèle de contrainte territoriale extrême (Messaâd)

➤ **Synthèse analytique et limites du modèle conventionnel :**

Les résultats du diagnostic mettent en évidence que la problématique de l'électrification rurale dans la wilaya de Djelfa dépasse la simple question du taux de couverture pour s'inscrire dans une inadéquation structurelle entre le modèle conventionnel de distribution électrique et les spécificités du territoire steppique.

En effet, la faiblesse de la densité, l'étendue spatiale et les coûts élevés de raccordement rendent le modèle filaire classique économiquement peu viable dans de vastes portions du territoire.

Par ailleurs, le maintien de ce modèle risque d'accentuer les déséquilibres territoriaux et de freiner l'accès équitable à l'énergie, notamment dans les zones d'ombre.

Dès lors, une réorientation stratégique s'impose, fondée sur :

- La décentralisation des systèmes énergétiques
- Le recours en urgence aux énergies renouvelables, en particulier solaire
- Le développement de mini-réseaux et de solutions hybrides

Ainsi, la transition vers un modèle énergétique adapté aux réalités territoriales apparaît comme une condition indispensable pour concilier efficacité économique et équité territoriale.

#### **3.1.2.4. Le concept de "Zones d'ombre" appliqué à la steppe de Djelfa :**

Le terme de « zones d'ombre », institutionnalisé en 2020, désigne des espaces délaissés, isolés des centres de vie et démunis d'infrastructures essentielles. À l'échelle nationale, 12 561 zones d'ombre ont été identifiées, touchant près de 6,8 millions d'habitants, dont une part significative se situe dans les Hauts-Plateaux (6 169 zones). À Djelfa, ces zones coïncident avec les vastes étendues pastorales où le taux de raccordement électrique plafonne à des niveaux marginaux, contrastant avec les 99,8 % de pénétration théorique au niveau national. (Les Zones D'ombres, Enjeux Et Stratégies De Requalification, 2021) (Le secteur de l'électricité et des smart grids en Algérie, 2025)

La précarité énergétique dans ces zones ne se limite pas à l'absence de lumière ; elle englobe l'impossibilité d'accéder à l'eau potable (faute de pompage électrique), à l'éducation numérique et à des soins de santé modernes. L'identification de ces zones repose sur des déficits structurels en matière de raccordement AEP, d'assainissement et d'éclairage public. (Les Zones D'ombres, Enjeux Et Stratégies De Requalification, 2021) (Le défi de la prise en charge des zones d'ombre et la lutte contre les déséquilibres en matière de développement, s.d.)

#### **3.1.2.5. La problématique des logements en zones éparses :**

La monographie de 2024 précise que 343 912 personnes vivent en zones éparses. Si l'on applique la taille moyenne d'un ménage à Djelfa (environ 6 à 7 personnes selon le PDAU), cela représente entre 50 000 et 55 000 foyers ruraux isolés. Le programme des zones d'ombre a permis de raccorder plus de 100 000 foyers au niveau national, mais à Djelfa, le reliquat de foyers éparpillés non électrifiés reste un enjeu de stabilité sociale. En 2022, la Direction de l'Énergie recensait encore 11 centres de programmation rurale majeurs pour 1 257 logements, nécessitant à eux seuls 672 km de réseau étudié. (Monographie Djelfa , 2024) (Direction de l'énergie et des mines, 2025) (PDAU Djelfa, 2022)

#### **3.1.3 Analyse des obstacles à l'électrification conventionnelle :**

Le réseau filaire classique, géré par Sonelgaz, se heurte à des barrières structurelles qui rendent l'extension vers les zones reculées de Djelfa de plus en plus problématique. Ces obstacles sont de nature géographique, économique et technique.

### 3.1.3.1. Facteurs de distance et dispersion extrême de l'habitat :

La steppe algérienne se caractérise par une "monotonie paysagère" rompue par des alignements montagneux (Djebel Gaaloul, Djebel Antar), ce qui impose des tracés de lignes électriques sinueux et coûteux.

La dispersion de l'habitat rural est un trait structurel de la wilaya : environ 6 millions d'Algériens vivent encore en habitat dispersé au niveau national, et Djelfa en concentre une part significative dans ses zones agro-pastorales. (MarcCôte, 1988)

Cette dispersion génère un ratio kilomètre/abonné défavorable. En milieu urbain, quelques centaines de mètres de réseau basse tension (BT) suffisent pour alimenter des centaines de clients. En zone rurale steppique, comme à M'Liliha ou Sidi Baizid, il n'est pas rare de devoir construire plusieurs kilomètres de ligne moyenne tension (MT) pour un seul groupe de 10 à 20 logements. (Direction de l'énergie et des mines – Djelfa, 2022)

Tableau 22: Impact de la dispersion sur la desserte électrique

Daïra	Ratio km de réseau / Logement (Moyenne)
Charef	0,65 km / logement
Idrissia	0,78 km / logement
Messaâd	1,42 km / logement
Dar Chioukh	0,55 km / logement

Source : Direction de l'énergie et des mines – Djelfa, 2022

Ce tableau met en évidence un indicateur clé, à savoir le ratio de longueur de réseau par logement (km/logement), qui constitue une mesure pertinente de l'impact des facteurs de distance et de dispersion spatiale sur les projets d'électrification rurale.

L'analyse des données révèle des disparités significatives entre les daïras de la wilaya de Djelfa. La daïra de Messaâd enregistre la valeur la plus élevée avec 1,42 km/logement, traduisant une forte dispersion de l'habitat et une extension importante du territoire à couvrir. Ce niveau élevé implique la réalisation de longues infrastructures pour desservir un nombre

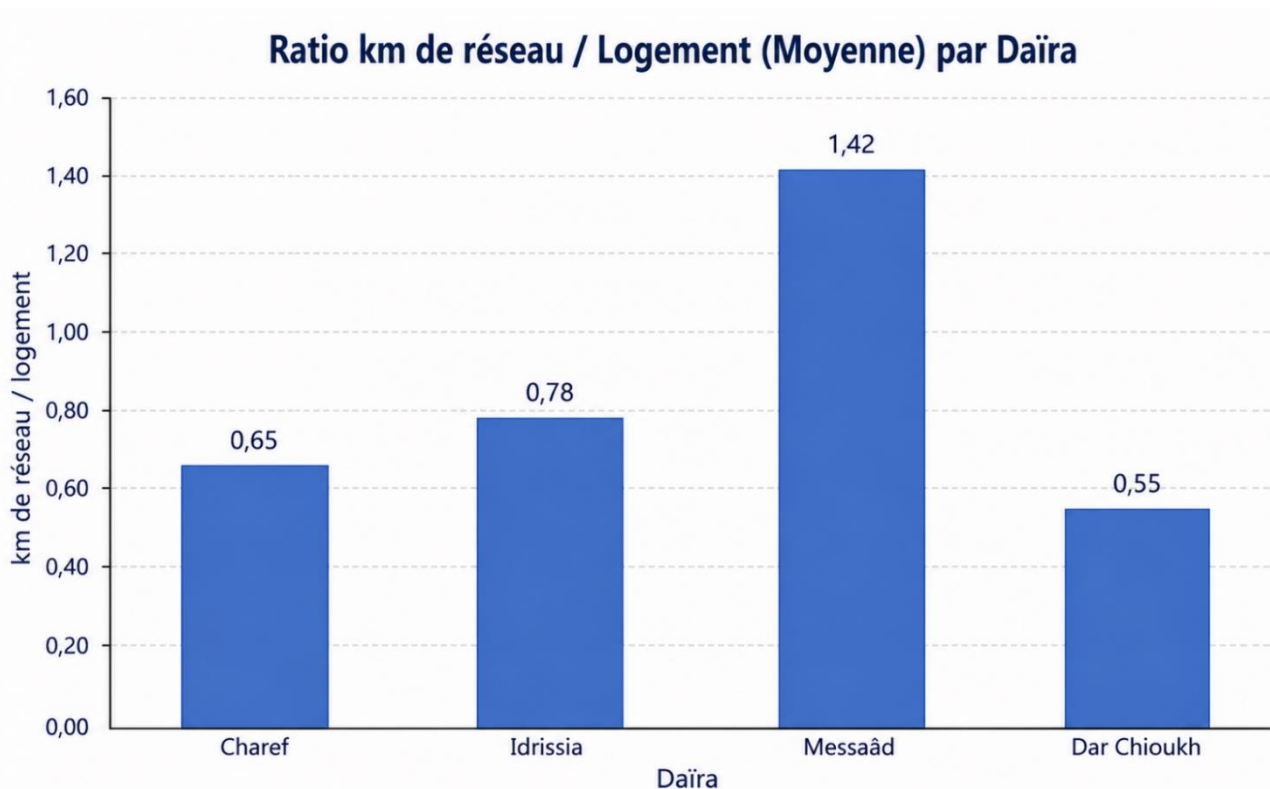
limité de ménages, ce qui augmente considérablement les coûts et réduit la rentabilité des investissements.

À l'inverse, la daïra de Dar Chioukh présente le ratio le plus faible (0,55 km/logement), indiquant une organisation spatiale relativement plus concentrée, favorable à une électrification plus efficace et moins coûteuse.

Les daïras de Charef (0,65) et Idrissia (0,78) occupent une position intermédiaire, reflétant des situations mixtes où la dispersion reste présente, tout en étant moins contraignante que dans le cas de Messaâd.

Dans l'ensemble, ce tableau confirme que l'augmentation du ratio km/logement est directement liée à l'intensité de la dispersion de l'habitat, et constitue un facteur déterminant expliquant les contraintes techniques et économiques de l'électrification en milieu steppique.

Figure 13: Ratio moyen de longueur de réseau par logement selon la daïra



Source : Réalisé par l'étudiante sur la base des données de la Direction de l'Énergie et des Mines 2022.

La figure montre les différences dans le ratio de longueur de réseau par logement entre les différentes daïras de la wilaya de Djelfa. Ce ratio est un indicateur important pour comprendre comment les facteurs de distance et de dispersion spatiale affectent les projets d'électrification rurale.

Les résultats indiquent que la daïra de Messaâd a le ratio le plus élevé, avec 1,42 km par logement. Cela signifie que l'habitat est très dispersé et que le territoire est très étendu. Par

conséquent, la construction d'infrastructures longues et coûteuses est nécessaire pour desservir un nombre limité de bénéficiaires, ce qui entraîne des coûts élevés et une faible rentabilité.

En revanche, la daïra de Dar Chioukh a le ratio le plus bas, avec 0,55 km par logement. Cela reflète une organisation spatiale plus concentrée, ce qui facilite une électrification plus efficace et moins coûteuse.

Les daïras de Charef et d'Idrissia ont des ratios intermédiaires, avec respectivement 0,65 et 0,78 km par logement. Cela signifie qu'elles ont des niveaux de dispersion modérés, mais qui peuvent encore poser des défis pour l'extension du réseau.

En résumé, cette figure confirme que plus le ratio km/logement est élevé, plus la dispersion de l'habitat est importante. Cela constitue un facteur clé pour comprendre les contraintes techniques et économiques de l'électrification en milieu steppique.

### 3.1.3.2. Le coût prohibitif de l'extension des lignes MT/BT :

L'investissement financier requis pour l'électrification rurale à Djelfa est exponentiel. Le coût ne se limite pas aux câbles ; il inclut les supports (pylônes), les isolateurs, les postes de transformation MT/BT (type H61 ou cabines maçonnées) et les systèmes de protection. À Djelfa, le coût moyen d'un raccordement par logement en zone éparse peut dépasser les 5 000 000 DA, soit près de dix fois le coût d'un raccordement en zone urbaine dense. ([Sonelgaz](#)) ([Direction de l'énergie et des mines – Djelfa, 2022](#))

Face à ces coûts d'infrastructure exorbitants, la comparaison avec les systèmes photovoltaïques autonomes s'impose comme une évidence économique et stratégique. Alors que l'extension filaire classique exige des millions de dinars par foyer isolé, avec une rentabilité quasi nulle et des pertes en ligne pour l'État, l'installation de kits solaires représente un investissement initial considérablement réduit et exempt de coûts de maintenance kilométrique. Sur le long terme, cette transition "hors-réseau" (off-grid) est hautement rentable pour les finances publiques. Au-delà de l'optimisation budgétaire, cette alternative revêt une dimension sociale vitale : elle garantit l'équité territoriale, sécurise l'accès à une énergie fiable, et constitue le levier principal pour la sédentarisation des populations rurales, encourageant ainsi les familles et les jeunes agriculteurs à se fixer durablement sur leurs terres.

La structure des coûts pour un projet d'électrification rurale type se décompose ainsi :

- Ingénierie et Études : 15-20 % du budget total, particulièrement complexe en terrain accidenté. ([Direction de l'énergie et des mines – Djelfa, 2022](#)) ([MINISTERE DE L'INTERIEUR, DES COLLECTIVITES LOCALES ET DES TRANSPORTS, 2024](#))
- Lignes Moyenne Tension (HTA 30 kV) : Transport de l'énergie sur de longues distances.
- Postes de Transformation : Abaissement de la tension pour l'usage domestique. Chaque poste représente un investissement lourd (plusieurs millions de DA). ([Direction de l'énergie et des mines – Djelfa, 2022](#))
- Réseau Basse Tension (BT) : Distribution finale aux abonnés.

Le montant global du programme complémentaire de développement pour Djelfa en 2023-2024 s'élève à 184,784 milliards de DA pour 431 opérations, soulignant l'ampleur de l'effort financier public nécessaire pour rattraper les retards structurels. ([Le défi de la prise en](#)

charge des zones d'ombre et la lutte contre les déséquilibres en matière de développement, s.d.)

### 3.1.3.3. Défis techniques liés au climat semi-aride :

Le fonctionnement d'un réseau électrique dans une zone semi-aride comme Djelfa est soumis à des contraintes physiques extrêmes.

#### Phénomènes de chute de tension :

Sur les lignes de grande longueur, la chute de tension devient un obstacle majeur. La tension  $U$  reçue par l'abonné en bout de ligne peut être significativement inférieure à la tension nominale (230V/400V). La formule simplifiée de la chute de tension  $\Delta U$  est donnée par :

$$\Delta U = \frac{P \times L}{S \times U}$$

Où :

- P : La puissance
- L : La longueur
- S : La section du conducteur
- U : La tension

Pour compenser ces pertes, Sonelgaz doit augmenter la section des câbles (passant de l'aluminium 35 mm<sup>2</sup> à du 70 ou 95 mm<sup>2</sup>), ce qui renchérit le coût du projet. (Principes d'étude et de développement du réseau, 2022) (Principes d'étude du raccordement d'un, 2022)

#### ➤ Impact de la canicule et des tempêtes de sable :

Les températures estivales à Djelfa, dépassant régulièrement les 40°C, provoquent une dilatation des conducteurs aériens (balancement excessif) et une surchauffe des transformateurs. Les "points chauds" endommagent les isolants internes, réduisant drastiquement la durée de vie des équipements. De plus, le vent chargé de poussière et de sable (sirocco) favorise l'encrassement des isolateurs, provoquant des arcs électriques et des pannes fréquentes en période de sécheresse. (Principes d'étude et de développement du réseau, 2022) (Sonelgaz)

### 3.1.3.4. La problématique du foncier et les freins administratifs :

L'un des obstacles les plus récurrents à la concrétisation des projets d'électrification à Djelfa est la difficulté d'obtenir l'assiette foncière nécessaire à l'implantation des infrastructures. (La problématique du foncier dans la wilaya d'Alger, 2024)

#### 3.1.3.4.1. Les blocages liés à l'assiette foncière :

Un nombre alarmant de projets est répertorié comme étant "en attente d'assiette foncière". Ce blocage administratif survient lorsque le terrain identifié pour un poste de transformation ou le passage d'une ligne appartient à des propriétaires privés ou fait l'objet de litiges domaniaux. (Direction de l'énergie et des mines – Djelfa, 2022)

**Tableau 23: Contraintes foncières entravant l'extension des réseaux dans les zones rurales de Djelfa**

Daïra	Commune	Localités bloquées par le foncier
Charef	El Guedid	El Baidj, Ech-Chaifa, El Fercha, Dhaya El Hamassi, Faidh El Ghfoul
Charef	Ben Yakoub	EL Guettar, Ouad El Malzh
Messaâd	Messaâd	Tadmadi, Faidh Ech-Charef, Cité Djerrghoub Kwaydar
Dar Chioukh	Sidi Baizid	Ouled Bouchareb, El Gâada, Dayet El Arar, Ferchet Mansour

Source : Direction de l'énergie et des mines – Djelfa, 2022

Ce tableau met en évidence l'ampleur des blocages liés à l'assiette foncière dans plusieurs daïras et communes de la wilaya de Djelfa, confirmant que la contrainte foncière constitue un obstacle majeur, non technique, à la mise en œuvre des projets d'électrification et d'aménagement.

Les données montrent que plusieurs localités sont concernées, notamment dans la daïra de Charef (communes d'El Guedid et Ben Yakoub), où le nombre de sites bloqués est particulièrement élevé. Cela traduit la fréquence des conflits fonciers ou la difficulté d'accès aux terrains nécessaires pour l'implantation des infrastructures (postes de transformation, tracés des lignes électriques).

Cette problématique s'étend également aux daïras de Messaâd et Dar Chioukh, ce qui souligne le caractère généralisé de ce type de blocage à l'échelle de la wilaya, en particulier dans les zones rurales à vocation agro-pastorale, où les statuts fonciers sont souvent complexes.

Ainsi, l'absence ou le retard dans la mobilisation de l'assiette foncière entraîne le gel de nombreux projets, malgré la disponibilité des financements et des études techniques, compromettant l'accès des populations à l'électricité.

En définitive, ce tableau confirme que la contrainte foncière constitue un facteur structurel déterminant, au même titre que les contraintes géographiques, nécessitant des mécanismes institutionnels efficaces pour faciliter l'accès au foncier et accélérer la réalisation des projets.

#### **3.1.3.4.2. Conflits de servitudes et cadre législatif :**

La loi 90-25 portant orientation foncière et la loi 90-29 relative à l'aménagement et l'urbanisme définissent les principes d'utilité publique, mais leur application sur le terrain est complexe. Les propriétaires privés à Djelfa, souvent attachés à des terres à forte valeur

pastorale, exigent des indemnités élevées ou refusent les servitudes de passage (souvent 2 mètres de part et d'autre des lignes) qui limitent l'utilisation de leurs parcelles. (Les propriétaires privés exigent une solution des autorités : Le casse-tête des lignes électriques, 2025) (La planification urbaine et la gestion foncière en Algérie : quelle durabilité ?, 2021)

Ces conflits entraînent des retards considérables, car les entreprises de réalisation ne peuvent entamer les travaux sans l'accord formel des propriétaires ou l'aboutissement d'une procédure d'expropriation, souvent perçue comme une intrusion par les populations locales. En l'absence d'une vision claire en matière d'aménagement du territoire, les localisations de projets se font parfois de manière anarchique, exacerbant les tensions foncières. (Les propriétaires privés exigent une solution des autorités : Le casse-tête des lignes électriques, 2025)

### 3.1.3.5. Mutations sociologiques et situation des populations nomades :

L'habitat rural à Djelfa est en pleine transformation. La société locale, historiquement basée sur le nomadisme pastoral, a commencé à se sédentariser, mais ce processus est souvent incomplet ou mal adapté.

La disparition progressive des grands circuits de transhumance au profit d'un pâturage restreint a entraîné l'émergence d'un habitat dispersé, constitué de groupes familiaux éparpillés sur les parcours steppiques.

Ces populations, bien ancrées géographiquement, conservent une certaine mobilité liée aux besoins de leurs animaux. L'électrification classique, fixe et rigide, a du mal à s'adapter à cette ruralité mobile.

Pour ces ménages, le manque d'électricité n'est pas seulement une question de confort ; c'est aussi un obstacle à une sédentarisation durable et à l'accès aux droits sociaux de base.

Selon les enquêtes de terrain, l'adaptation des modes de vie dépend du capital du ménage, mais est limitée par les pénuries énergétiques locales. Celles-ci poussent les gens à utiliser des combustibles alternatifs comme le bois et la biomasse, ce qui entraîne la dégradation des sols. (Adel Boussaïd , Nouari Souiher, Charline Dubois , & Serge Schmitz)

Tableau 24: Caractéristiques de l'électrification selon le type d'habitat (groupé vs dispersé)

Type d'habitat	Densité	Facilité d'électrification	Coût
Habitat groupé	Élevée	Facile	Faible
Habitat dispersé	Faible	Difficile	Élevé

Source : Réalisé par l'étudiante à partir des données de terrain et sur l'électrification rurale.

### 3.1.4 Besoins énergétiques des ménages ruraux :

#### 3.1.4.1. Profil de consommation énergétique des ménages ruraux :

Le profil énergétique des foyers ruraux à Djelfa est dicté par une interaction multidimensionnelle entre le climat semi-aride à tendance continentale et les caractéristiques socio-économiques des ménages. L'analyse des données de consommation révèle des disparités significatives par rapport aux moyennes nationales, principalement en raison de la charge thermique hivernale.

### 3.1.4.1.1. Analyse de la consommation moyenne et des facteurs d'influence :

La consommation d'électricité moyenne pour un foyer algérien standard est d'environ 5,183 kWh par jour. Cela représente environ 1,892 kWh par an. Cependant, ce chiffre cache des réalités locales différentes dans la région de Djelfa.

Des études ont été menées sur les données de consommation des 36 communes de la wilaya. Elles montrent que la demande en électricité est liée à des facteurs comme la taille du ménage, la surface du logement et les équipements.

Les analyses statistiques ont révélé que plus un ménage est grand, moins il consomme d'électricité et de gaz par personne. Cela suggère que les grands foyers ruraux partagent leurs besoins en énergie.

En revanche, plus les gens sont instruits et équipés d'appareils électroménagers, plus leur demande en électricité augmente. Cela montre que les habitudes des gens sont importantes pour la consommation d'énergie. Il est difficile de prévoir ces habitudes, mais elles comptent beaucoup dans les bilans finaux.

Les résultats de ces études aident à comprendre comment la consommation d'énergie varie dans différentes régions. Ils pourront aider à prendre des décisions pour améliorer l'efficacité énergétique. ([Consommation électrique moyenne selon votre superficie : comment la calculer ?](#), 2025) (Direction de l'énergie et des mines, 2025)

**Tableau 25: Paramètres et estimation de la consommation électrique des ménages en Algérie**

Paramètre de consommation	Valeur estimée / Facteur d'influence
Consommation électrique moyenne (Algérie)	1 892 kWh/an
Facteur de réduction par capita	Taille du ménage
Facteurs de croissance per capita	Éducation, taux d'équipement
Précision du modèle estimatif	93 %
Consommation de chauffage électrique (100 m <sup>2</sup> )	6 840 à 8 360 kWh/an

Source : Données estimatives issues de la littérature sur la consommation énergétique des ménages

### 3.1.4.1.2. Répartition des usages et spécificités thermiques :

Le climat de Djelfa impose une demande thermique considérable. Les hivers y sont longs et froids, avec des températures minimales tombant souvent en dessous de zéro degré Celsius. Cette réalité climatique place le chauffage comme le premier poste de dépense énergétique des ménages. Dans les zones résidentielles algériennes, le chauffage représente

environ 60% de la consommation totale, suivi par l'eau chaude sanitaire à 15%. ([Comment se répartit la consommation d'énergie des ménages ?, 2025](#))

En milieu rural à Djelfa, cette répartition subit des modifications selon le vecteur énergétique disponible. Pour les foyers raccordés au gaz naturel, la charge thermique est presque exclusivement couverte par cette ressource. Cependant, pour les zones rurales non raccordées, l'arbitrage entre l'électricité et le gaz butane est au centre des préoccupations économiques. Le chauffage électrique est perçu comme prohibitif en raison du système de tarification par tranches appliqué par Sonelgaz. En effet, un passage en quatrième tranche (consommation supérieure à 1,000 kWh par trimestre) porte le prix du kWh à 5,4796 DA, contre seulement 1,77 DA pour la première tranche. ([Commission de régulation de l'électricité et du gaz, 2026](#))

Pour une maison rurale de 100m<sup>2</sup>, les besoins en chauffage électrique peuvent varier de 6,840 kWh à plus de 13,000 kWh par an si l'isolation est défectueuse. À Djelfa, où l'habitat rural ancien est souvent considéré comme une "passoire thermique" (classes F ou G consommant plus de 330 kWh/m<sup>2</sup>/an), l'impact financier du chauffage électrique est insoutenable pour la majorité des ménages. Cela explique la dépendance massive au gaz butane, malgré les difficultés logistiques de transport des bouteilles durant les périodes de grand froid. ([Consommation électrique moyenne selon votre superficie : comment la calculer ?, 2025](#))

#### **3.1.4.1.3. Équilibre entre gaz butane et électricité pour les besoins thermiques :**

L'utilisation du gaz butane reste la solution par défaut pour les populations rurales dispersées. Les données indiquent que les émissions de CO<sub>2</sub> liées au chauffage au gaz sont significativement plus élevées que pour l'électrique (environ 3,900 kg CO<sub>2e</sub> /an contre 1,185 kg pour une maison de 100 m<sup>2</sup>), mais le coût direct d'utilisation favorise le combustible fossile liquide. ([Chauffage gaz ou électrique : lequel est le plus adapté à vos besoins ?, 2025](#))

L'efficacité énergétique apparaît comme la seule voie de réduction durable de cette dépendance. Des expérimentations menées sur des prototypes de logements à haute performance énergétique (HPE) à Djelfa ont démontré que l'intégration de techniques d'efficacité passive peut réduire la demande de chauffage de 57% et celle de climatisation de 51%. Ces résultats suggèrent que la demande énergétique non satisfaite ou trop coûteuse en milieu rural pourrait être largement atténuée par une révision des normes de construction locales, plutôt que par une simple augmentation de l'offre énergétique brute. ([Amel, Lotfi Derradji, & Abdelouahab Bouttout, 2023](#))

#### **3.1.4.2. Analyse des besoins énergétiques agricoles :**

Le secteur agricole à Djelfa est le moteur de l'économie locale et un consommateur d'énergie intensif, principalement pour l'exhaure de l'eau. La transition du pompage thermique (diesel) vers le pompage électrique ou solaire est une priorité des politiques publiques récentes.

##### **3.1.4.2.1. État actuel de l'électrification des exploitations :**

La Wilaya de Djelfa dispose d'un potentiel agricole de plus de 10,000 exploitations, dont une part croissante est raccordée au réseau électrique national. Les statistiques fournies par les services locaux permettent d'établir un bilan précis du mode de couverture énergétique.

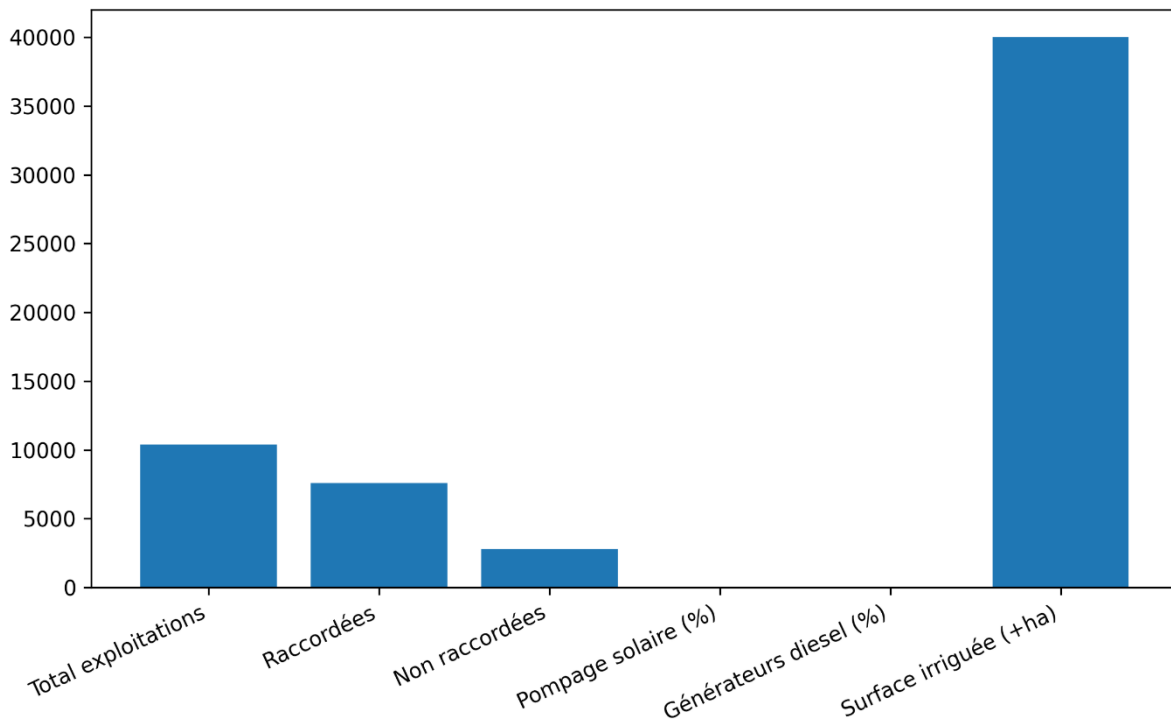
**Tableau 26: Statut des exploitations agricoles et accès aux sources d'énergie 2026**

Statut des exploitations	Nombre / Valeur	Observations
Nombre total d'agriculteurs / exploitations	10 400	Base de données DSA
Exploitations raccordées au réseau	7 600	Taux de raccordement d'environ 73 %
Exploitations non raccordées	2 800	Besoin de solutions alternatives
Utilisation du pompage solaire	4 %	Principalement dans le sud
Utilisation de générateurs diesel	8 %	En recul constant
Surface irriguée additionnelle (2022–2025)	+40 000 ha	Impact des programmes récents

Source : Direction des Services Agricoles (DSA) Djelfa.

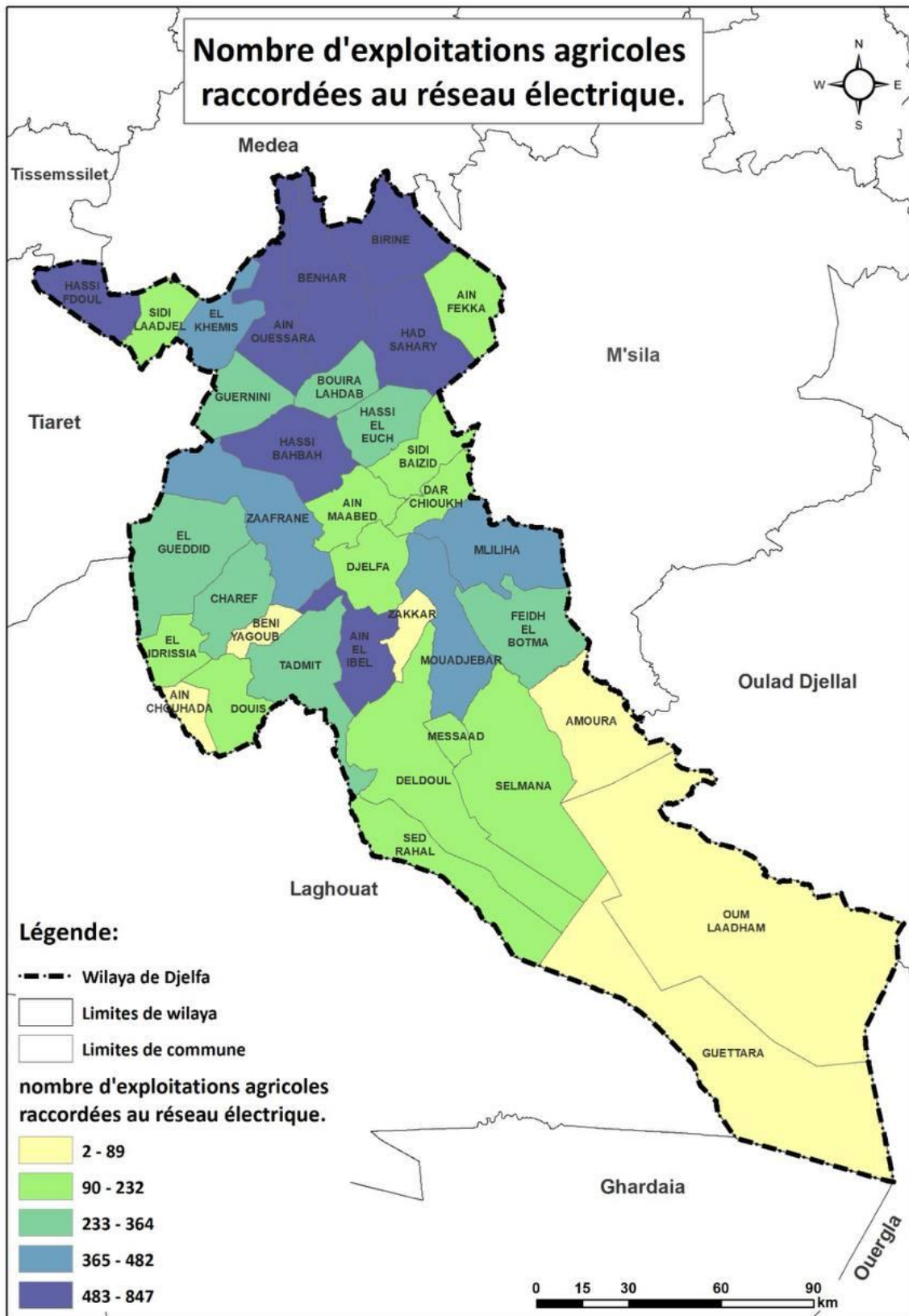
Il est intéressant de noter que le taux d'utilisation de l'énergie solaire reste faible (4%). Ce phénomène est attribué à la mise à disposition massive de programmes d'électrification agricole conventionnelle par l'État, qui offre une puissance plus stable et adaptée aux besoins de pompage à grande échelle. L'inventaire détaillé par commune montre une concentration importante d'exploitations raccordées dans des pôles comme Hassi Bahbah (770), Birine (748), Hassi Fedoul (724) et Ain El Ibel (715). (DSA Djelfa , 2026)

Figure 14: Statut des exploitations agricoles et accès aux sources d'énergie 2026



Source : Réalisé par l'étudiante à partir des données de Direction des Services Agricoles (DSA) Djelfa

Figure 15 :



Source : Réalisé par l'étudiante à partir des données de la Direction des Services Agricoles (DSA) de la wilaya de Djelfa, 2026

### 3.1.4.2.2. Besoins énergétiques pour l'irrigation et le maraîchage :

Le pompage de l'eau est l'opération la plus énergivore. La demande énergétique dépend de la hauteur manométrique totale ( $H_m$ ), du débit ( $Q$ ) et du rendement du groupe motopompe ( $\eta$ ). L'énergie électrique consommée pour l'irrigation peut être modélisée par l'équation suivante :

$$E_{\text{irr}} = \frac{\rho \cdot g \cdot V \cdot H_m}{3600 \cdot \eta}$$

Où :

- $E_{\text{irr}}$  : Énergie d'irrigation
- $\rho$  (**rho**) : Masse volumique du fluide
- $g$  : Accélération de la pesanteur
- $V$  : Volume d'eau nécessaire par hectare
- $H_m$  : Hauteur manométrique
- $\eta$  (**eta**) : Rendement du système
- **3600** : Facteur de conversion (secondes → heures)

À Djelfa, pour des cultures maraîchères (tomates, poivrons, piments) produisant en moyenne 355 à 729 Qx/ha}, les besoins en eau sont importants. Dans les régions semi-arides, l'efficacité de l'application de l'eau par aspersion ou goutte-à-goutte influe directement sur le coût énergétique, avec une augmentation potentielle de 22% du coût du kWh par tonne produite en cas de mauvaise gestion de la pression.

Le développement de la plasticulture (cultures sous serres) à Djelfa, bien que moins documenté que dans des wilayas comme Biskra ou El Oued, suit une tendance nationale à la hausse (+168% de superficie en dix ans au niveau national). La gestion thermique des serres pendant les nuits glaciales de Djelfa constitue un défi énergétique supplémentaire, souvent résolu par des chauffages d'appoint utilisant le gaz butane ou, plus rarement, des systèmes de chauffage électrique régulés. (Sais, 2025)

➤ Impact du "Programme Complémentaire 2023 :

Le Programme Complémentaire de développement pour la Wilaya de Djelfa, initié par la présidence de la République, a marqué un tournant dans l'extension du réseau électrique agricole. Ce programme vise à lever les obstacles au raccordement pour les exploitations situées en dehors des périmètres d'électrification classiques.

Les résultats concrets de ce programme incluent :

- Le lancement du raccordement de 133 exploitations dans le nord de la wilaya (Lakhmis et El Guernini) pour une enveloppe de 422 millions de DA. (Djelfa : Lancement du raccordement de 133 exploitations agricoles au réseau électrique, 2024)
- La réalisation de 92 km de réseau électrique haute et basse tension et l'installation de 33 transformateurs pour ce seul sous-projet. (Djelfa : Lancement du raccordement de 133 exploitations agricoles au réseau électrique, 2024)

- Le traitement global de 6148 dossiers de raccordement entre 2022 et 2025, dont 4257 sont déjà finalisés. (Djelfa : Lancement du raccordement de 133 exploitations agricoles au réseau électrique, 2024)

L'impact économique est immédiat : le passage du diesel à l'électricité réduit les coûts d'exploitation des agriculteurs et permet une extension des surfaces cultivées. À titre d'illustration, des exploitants de la région ont pu tripler leur surface irriguée, passant de 20 à 60 hectares après leur raccordement au réseau Sonelgaz. De plus, les agriculteurs bénéficient de facilités de paiement pour les frais de raccordement, avec des échéanciers étalés, et d'une réduction de 10% sur leur tarification d'électricité dans les wilayas des Hauts Plateaux.

### 3.1.4.2.3. Le pompage agricole : Moteur de l'économie steppique :

Djelfa est par essence une wilaya agro-pastorale. Avec 3 353 800 têtes d'ovins, elle est le premier fournisseur de viande rouge du pays. Cependant, cette activité est menacée par la dégradation de la steppe et la sécheresse récurrente. Le développement de l'irrigation est donc crucial. Sur une surface agricole utile (SAU) de 387 052 hectares, seulement 60 395 sont irrigués (soit 15,5 %). (Monographie Djelfa , 2024)

L'énergie est le coût d'entrée principal pour l'irrigation. Le pompage des eaux souterraines (nappes de l'Albien, du Turonien) nécessite une puissance électrique constante. En l'absence de réseau, les agriculteurs utilisent des groupes électrogènes gourmands en gasoil, ce qui renchérit le coût du mètre cube d'eau et fragilise la rentabilité des exploitations. (Journal Algérien des Régions Arides (JARA), 2020)

- Coûts comparatifs : Des études comparatives montrent qu'un système de pompage photovoltaïque devient plus rentable qu'un groupe diesel après seulement 5 ans d'exploitation, avec une réduction de 50 % du coût de l'eau extraite. (Comparative Study of a Pumping System Using Conventional and Photovoltaic Power in the Algerian Sahara (Application to Pastoral Wells), 2022)
- Modernisation : En 2023, 1 950 exploitations agricoles ont été raccordées au réseau électrique à Djelfa, témoignant d'une volonté politique d'ancrer les populations rurales à leur terre en modernisant leurs outils de production. (Djelfa: raccordement de 1.950 exploitations agricoles au réseau électrique, 2023)
- Risques environnementaux : L'usage incontrôlé de motopompes diesel, couplé à l'absence de gestion rationnelle facilitée par les automatismes électriques, contribue à la surexploitation des nappes phréatiques et à la salinisation des sols, comme observé dans la région des Zahrez. (Monographie Djelfa , 2024)

### 3.1.4.3. Besoins des établissements publics isolés (écoles, postes de santé) :

#### 3.1.4.3.1. Écoles primaires rurales : Un environnement d'apprentissage sous contrainte :

L'école primaire rurale est souvent l'unique infrastructure étatique présente dans les zones les plus enclavées de Djelfa. Son rôle dépasse la simple éducation pour devenir un centre de vie sociale. Toutefois, l'absence de raccordement électrique stable compromet gravement ses missions fondamentales. Les besoins se fragmentent en plusieurs segments critiques : l'éclairage, le chauffage, la restauration et l'intégration numérique. (Khaled, 2023)

A. Éclairage et confort visuel :

En période hivernale, la luminosité naturelle dans les salles de classe de Djelfa diminue précocement, rendant l'éclairage artificiel indispensable dès le milieu de l'après-midi. Une école rurale de petite taille nécessite une puissance installée de 2 à 5 kW pour assurer un éclairage conforme aux normes pédagogiques, avec une consommation journalière estimée entre 10 et 30 kWh. L'utilisation de technologies LED est désormais la norme recommandée, permettant de réduire la charge tout en améliorant la qualité spectrale de la lumière. (MINISTRE DE L'INTERIEUR, DES COLLECTIVITES LOCALES ET DES TRANSPORTS, 2023)

B. Le défi thermique : Chauffage et isolation :

Le climat semi-aride de Djelfa est marqué par une amplitude thermique élevée, avec des hivers froids et des étés secs. Le chauffage scolaire est le besoin le plus énergivore et le plus difficile à satisfaire dans les zones non raccordées au gaz naturel. Actuellement, 41 établissements scolaires dans les zones d'ombre de Djelfa ont été équipés de citernes de gaz propane pour pallier ce manque. Cependant, l'efficacité thermique de ces bâtiments reste médiocre. Des études démontrent que l'amélioration de l'enveloppe du bâtiment pourrait réduire les besoins énergétiques de 50 à 75 %. L'intégration de systèmes de chauffage solaire thermique ou de pompes à chaleur alimentées par le photovoltaïque représente une alternative durable, évitant la dépendance logistique aux livraisons de gaz en zones montagneuses. (Djelfa : 646 projets de développement réalisés dans les zones d'ombre en trois ans, 2022)

C. Cantines scolaires et sécurité alimentaire :

La wilaya a récemment réalisé 31 cantines scolaires dans les zones d'ombre pour garantir au moins un repas chaud par jour aux élèves, un service vital pour lutter contre la déperdition scolaire. Ces structures nécessitent de l'énergie pour la conservation des aliments par le froid (réfrigération) et pour la préparation des repas. La rupture de la chaîne de froid dans une cantine scolaire isolée peut entraîner des risques d'intoxication alimentaire massive. (Djelfa : 646 projets de développement réalisés dans les zones d'ombre en trois ans, 2022)

**3.1.4.3.2. Salles de soins et postes de santé isolés : L'énergie au service de la vie :**

A. Conservation des vaccins et médicaments :

La conservation des vaccins nécessite une chaîne du froid ininterrompue, avec des températures maintenues rigoureusement entre +2 et +8 °C. De nombreux vaccins du calendrier national, tels que le VPI (Polio) ou le ROR (Rougeole-Oreillons-Rubéole), sont extrêmement sensibles à la chaleur et au gel. En milieu rural, seulement 36 % des structures respectent la conformité thermique, contre 61 % en milieu urbain. L'absence d'électricité conduit inévitablement à des pertes vaccinales pouvant atteindre 17 %. Les réfrigérateurs solaires, bien que peu répandus, affichent un taux de fonctionnalité de 82 % et constituent la solution technique la plus adaptée à l'isolement géographique de Djelfa. (Missikpode Rigobert, Makoutodé Charles Patrick, DEGBE Cyriaque Comlanet, PARAISO Moussiliou Noël, & JOHNSON Roch Christian, 2026)

B. Éclairage d'urgence :

Les interventions nocturnes, les accouchements et les soins d'urgence nécessitent un éclairage de haute intensité. Un poste de santé standard consomme entre 5 et 15 kWh par jour, avec une exigence de disponibilité de 24 heures sur 24. La puissance nécessaire varie de 1 à 3 kW pour les équipements de base, mais peut s'élever à 10 kW si le centre dispose d'un petit laboratoire ou d'une unité de stérilisation. (ScienceDirect, 2024)

Tableau 27: Besoins énergétiques typiques des infrastructures rurales

Infrastructure	Puissance (kW)	Consommation (kWh/j)	Priorité technique
École primaire (base)	2 – 5	10 – 30	Chauffage / Éclairage
Salle de soins	1 – 3	5 – 15	Chaîne de froid 24h/24
Station pastorale (pompage)	3 – 20	20 – 200	Autonomie au fil du soleil

Source : Adapté de données issues (AIE), du (PNUD) et de rapports de la Banque mondiale sur l'électrification rurale.

### 3.1.5 Évaluation de la demande non satisfaite :

#### 3.1.5.1. Analyse du déficit entre l'offre et la demande réelle :

Le raccordement conventionnel par extension du réseau de Sonelgaz se heurte à des contraintes physiques et économiques majeures. Dans une wilaya couvrant plus de 32 000 km<sup>2</sup>, le coût au kilomètre de ligne moyenne tension (MT) rend l'électrification de petits groupements d'habitations ou d'infrastructures isolées extrêmement onéreuse. (chambre dagriculture, 2026)

##### A. Le paradoxe du raccordement agricole :

Djelfa a bénéficié d'un programme massif de raccordement des exploitations agricoles, avec 1 950 bénéficiaires depuis 2022 pour un investissement de 4,6 milliards de DA. Cependant, ce raccordement est souvent réservé aux périmètres agricoles structurés. Selon les données de la Chambre d'Agriculture, sur 10 400 agriculteurs, environ 2 800 ne sont toujours pas raccordés au réseau électrique. Ce déficit impacte non seulement la productivité mais aussi la sédentarisation des populations rurales. (Djelfa: raccordement de 1.950 exploitations agricoles au réseau électrique, 2023)

##### B. Inventaire des raccordements par commune (Exemple de la zone Sud) :

L'analyse des raccordements effectifs montre une disparité flagrante entre les communes.

Tableau 28: État de raccordement des exploitations agricoles par commune

Commune	Exploitations raccordées / en cours	Superficie et contexte
Messaad	177	Zone steppique vaste
Guettara	3	Extrême Sud, très isolée
Sedd Rahal	189	Zone pastorale active
Selmana	127	Zone enclavée
Deldoul	202	Zone agricole dynamique

Source : DSA Djelfa 2026

L'analyse du tableau met en évidence une disparité notable dans le nombre d'exploitations raccordées ou en cours de raccordement entre les différentes communes étudiées, traduisant des niveaux variables de satisfaction de la demande.

Les communes de Deldoul (202 exploitations), Sedd Rahal (189) et Messaad (177) enregistrent les valeurs les plus élevées. Cette situation s'explique par leur caractère agricole ou pastoral dynamique, générant une demande accrue en raccordement. Toutefois, cette concentration peut également indiquer l'existence d'une pression sur les infrastructures disponibles et, par conséquent, d'un déficit potentiel entre l'offre et la demande réelle.

À l'inverse, les communes de Selmana (127 exploitations) et surtout Guettara (3 exploitations) présentent des niveaux nettement plus faibles. Cette faiblesse s'explique principalement par des contraintes géographiques et structurelles, notamment l'enclavement (Selmana) et l'isolement extrême (Guettara). Néanmoins, ces faibles niveaux ne traduisent pas nécessairement une absence de demande, mais plutôt l'existence probable d'une demande latente non satisfaite, liée aux difficultés d'accès et au manque d'investissements en infrastructures.

En définitive, cette répartition met en évidence un déséquilibre entre l'offre et la demande, caractérisé par une concentration des raccordements dans les zones les plus dynamiques, au détriment des zones périphériques. Cela souligne la nécessité d'une approche territoriale différenciée visant à réduire les inégalités et à mieux répondre à la demande réelle, notamment dans les zones isolées.

### 3.1.5.2. Indicateurs de la demande en attente (Données Wilaya et Énergie) :

Le recensement des zones d'ombre à Djelfa a permis d'identifier des besoins précis. Sur les trois dernières années, 646 projets ont été réalisés dans 279 zones d'ombre pour un montant de 6,3 milliards de DA, mais la demande résiduelle reste forte. (Djelfa: raccordement de 1.950 exploitations agricoles au réseau électrique, 2023)

**Tableau 29: Analyse du déficit entre les réalisations et les besoins dans les zones d'ombre : cas de Djelfa**

Secteur à Djelfa (Zones d'Ombre)	Réalisations (3 ans)	Besoins identifiés (National/Local)
Salles de soins (nouvelles/équipées)	20 opérations	3 270 zones manquent de santé (Nat.)
Classes d'extension	74 unités	2 460 zones en surcharge (Nat.)
Cantines scolaires	31 unités	1 717 zones en déficit (Nat.)
Logements raccordés (Electricité)	312 unités	4 635 zones sans électricité (Nat.)
Logements raccordés (Gaz)	949 unités	5 204 zones sans gaz (Nat.)

Source : Réalisée par l'étudiant à partir des données de DSA Djelfa 2026

Ces données montrent que si des progrès ont été accomplis, notamment avec l'équipement de 41 écoles en citernes de gaz propane, la solution du raccordement au réseau conventionnel reste lente et partielle. Le programme complémentaire de développement accordé à Djelfa, d'un montant global de 184,7 milliards de DA, prévoit de nombreuses études (149 opérations) et réalisations (226 opérations) qui devront intégrer la dimension énergétique pour être viables.

### 3.1.5.3. Impact du déséquilibre territorial sur l'accès à l'énergie :

L'accès à l'énergie est essentiel pour le développement humain et la cohésion territoriale. C'est un défi majeur en Algérie, notamment dans les zones rurales comme la wilaya de Djelfa. Cette région, située entre le Tell et le Sahara, présente des défis uniques pour la transition énergétique en raison de sa géographie complexe et de sa population dispersée.

La wilaya de Djelfa, avec ses 32 256,35 km<sup>2</sup>, est un cas d'étude idéal pour examiner comment le déséquilibre territorial affecte l'accès à l'électricité. Les villes principales bénéficient de réseaux électriques modernes et performants, mais une partie importante de la population vit dans des zones isolées, souvent appelées "zones d'ombre", qui n'ont pas accès à ces avantages.

Ce texte examine les aspects géographiques, techniques, statistiques et socio-économiques de ce problème. Il met en évidence la nécessité de passer à des solutions

photovoltaïques décentralisées pour résoudre les limites économiques du réseau conventionnel et améliorer l'accès à l'énergie dans les zones rurales.

L'objectif est de comprendre comment le déséquilibre territorial affecte l'accès à l'électricité dans la wilaya de Djelfa et de trouver des solutions pour y remédier. Les disparités entre le nord et le sud de la wilaya sont importants. Alors que les agglomérations chefs-lieux bénéficient de réseaux électriques performants, les zones rurales sont souvent laissées pour compte.

Il est essentiel de prendre en compte les dimensions géographiques, techniques, statistiques et socio-économiques de ce problème pour trouver des solutions efficaces. La transition énergétique est un défi majeur pour la wilaya de Djelfa, mais également une opportunité pour développer des solutions innovantes et adaptées aux besoins locaux.

L'accès à l'énergie est un droit fondamental qui doit être garanti pour tous les citoyens, quelle que soit leur localisation géographique. Il est donc crucial de trouver des solutions pour améliorer l'accès à l'énergie dans les zones rurales et de contribuer ainsi à la cohésion territoriale et au développement humain.

### **3.1.5.4. Indicateurs socio-économiques et corrélation avec l'énergie :**

L'accès à l'énergie n'est pas une fin en soi, mais un moyen d'atteindre des standards de développement humain. À Djelfa, le déficit énergétique des communes rurales impacte directement la santé, l'éducation et la productivité économique, créant un cercle vicieux de pauvreté territoriale.

#### **3.1.5.4.1. Impact sur la santé et les services publics :**

La Wilaya de Djelfa dispose de 136 salles de soins rattachées à 45 polycliniques. L'électrification de ces structures est vitale pour la conservation des vaccins (chaîne du froid), le fonctionnement des nébuliseurs et l'éclairage nécessaire aux interventions d'urgence nocturnes, notamment les accouchements. Dans les zones d'ombre de communes comme Oum Laâdham ou Guettara, le manque d'électricité stable oblige parfois les praticiens à se limiter à des soins rudimentaires, augmentant les taux de mortalité infantile qui s'élèvent encore à 20 pour mille au niveau de la wilaya. L'électrification rurale permettrait de doubler la fréquentation des centres de santé locaux, comme cela a été observé dans d'autres contextes similaires. ([Monographie Djelfa , 2024](#))

#### **3.1.5.4.2. Énergie et éducation : Réduire la fracture numérique :**

Le niveau de scolarité à Djelfa est marqué par une forte déperdition entre le cycle primaire et le secondaire. La wilaya compte 614 écoles primaires, mais seulement 154 collèges et 76 lycées. Cette concentration des structures de niveau supérieur dans les centres urbains oblige les élèves ruraux à de longs déplacements. L'absence d'électricité dans les foyers ruraux empêche les élèves de réviser le soir dans de bonnes conditions et les prive d'accès aux outils numériques et audiovisuels, essentiels pour une pédagogie moderne. Le programme national de raccordement solaire des écoles a déjà permis d'équiper 914 établissements à l'échelle nationale (79 % de l'objectif), mais Djelfa doit encore finaliser l'équipement de ses écoles isolées pour

garantir l'équité des chances. (Monographie Djelfa , 2024) (MINISTERE DE L'INTERIEUR, DES COLLECTIVITES LOCALES ET DES TRANSPORTS, s.d.)

#### **3.1.5.4.3. Impact de l'absence d'électricité sur les services publics :**

L'absence d'une source d'énergie fiable ne se traduit pas seulement par une baisse de confort, mais par une dégradation profonde de la qualité de la vie institutionnelle et sociale.

##### **A. Dysfonctionnements scolaires et sanitaires :**

En l'absence d'électricité, les écoles sont contraintes de réduire leurs horaires de fonctionnement en hiver, et les cours d'informatique sont purement théoriques. Plus grave encore, la rupture de la chaîne de froid médicale force les populations à se déplacer vers les grands centres urbains pour des actes simples comme la vaccination infantile. Ce manque de services de proximité alimente un sentiment d'injustice sociale. (Missikpode Rigobert, Makoutodé Charles Patrick, DEGBE Cyriaque Comlanet, PARAISO Moussiliou Noël, & JOHNSON Roch Christian, 2026)

##### **B. L'exode des cadres : Le défi de l'attractivité :**

L'un des impacts les plus pernicieux de la précarité énergétique est l'instabilité du personnel qualifié. Les enseignants, médecins et fonctionnaires affectés dans les zones d'ombre de Djelfa demandent systématiquement leur mutation vers le chef-lieu ou d'autres wilayas mieux dotées. Un cadre vivant dans un logement de fonction sans électricité, sans chauffage et sans connexion internet ne peut exercer ses fonctions de manière pérenne. Ce « turn-over » constant nuit à la continuité et à la qualité du service public, créant un cercle vicieux de sous-développement. (MINISTERE DE L'INTERIEUR, DES COLLECTIVITES LOCALES ET DES TRANSPORTS, 2023)

### **3.2 Programme de raccordement conventionnel :**

L'électrification rurale en Algérie, et plus particulièrement dans la wilaya de Djelfa, représente un levier de souveraineté économique et de justice sociale. Située au cœur des Hauts-Plateaux, Djelfa constitue une zone tampon stratégique entre le Nord tellien et le Grand Sud saharien, caractérisée par une vocation agropastorale prédominante et une démographie galopante dépassant les 1,4 million d'habitants. Le raccordement au réseau électrique conventionnel, piloté par le groupe public Sonelgaz, n'est pas seulement un défi technique lié à l'immensité du territoire (plus de 32 000 km<sup>2</sup>), mais une réponse structurelle à l'enjeu de la sédentarisation des populations steppiques et de la modernisation de l'appareil productif agricole. (Programme de développement complémentaire pour Djelfa : Une enveloppe de près de 185 milliards de DA allouée en 2023, 2024)

#### **3.2.1 Trajectoire historique de l'électrification rurale en Algérie :**

Ce tableau met en évidence l'évolution du secteur électrique en Algérie, notamment en matière d'électrification rurale, à travers différentes phases historiques allant de la période coloniale aux perspectives futures. Il illustre le passage progressif d'un système limité et inégalitaire vers un modèle national structuré, fondé sur une planification centralisée et un

déploiement à grande échelle, intégrant les innovations technologiques et renforçant le rôle de l'État dans la garantie du service public et du développement territorial équilibré

Tableau 30: Politiques et stratégies d'électrification rurale en Algérie : une analyse chronologique (1962–2030)

Période / Date	Contexte / Événement	Données clés	Analyse et portée
<b>Période coloniale (avant 1962)</b>	Organisation du secteur électrique	Réseau limité, orienté vers domaines agricoles coloniaux, industries et centres urbains	Héritage d'un système inégal et peu étendu, excluant largement les zones rurales
<b>1962 – fin des années 1960</b>	Post-indépendance et structuration du secteur	-Nationalisation progressive-Création de Sonelgaz en 1969	Rupture avec le modèle colonial et orientation vers l'intégration territoriale et l'industrialisation
<b>Début des années 1970</b>	Premières actions d'électrification rurale	Initiatives encore limitées et non systématiques	Phase initiale marquée par une intervention progressive mais non structurée
<b>1978</b>	Adoption du Plan National d'Électrification (PNE)	Introduction de l'électrification « en grappe » - Budget : 4 935 millions DA (1976 constants)	Mise en place d'une politique structurée et centralisée, avec extension planifiée du réseau
<b>1970 – 1984</b>	Accélération des programmes	- 1970–73 : 436 centres / 76 213 clients - 1974–77 : 1 438 centres / 274 782 clients - 1978–79 : 675 centres / 91 729 clients - 1980–84 : 3 665 centres / 570 000 clients	Montée en puissance rapide des raccordements traduisant une généralisation progressive de l'électricité
<b>1983</b>	Restructuration de Sonelgaz	Création de KAHRIF (filiale spécialisée)	Institutionnalisation de l'électrification rurale comme programme autonome et prioritaire
<b>Fin des années 1990 – 2000</b>	Modernisation et diversification	- Électrification photovoltaïque (18 villages sahariens, 1998–2001) - Loi n° 02-01 (2002)	Transition vers une approche mixte (centralisée/décentralisée) et réforme du cadre juridique
<b>Depuis les années 2000</b>	Intégration dans les politiques publiques	Séparation production / transport / distribution	L'électrification devient un service public structuré, intégré à l'aménagement du territoire
<b>2015 – 2025</b>	Planification massive des réseaux	- 219 127 km de lignes - 96 505 postes - 2 964 077 branchements	Passage à une logique de déploiement à grande échelle et continu
<b>2021 – 2030</b>	Poursuite de l'expansion	- 101 960 km de lignes - 38 864 postes - 4,4 millions de clients supplémentaires	Consolidation d'un modèle où l'électrification est intégrée à la programmation ordinaire du secteur

<b>Conclusion analytique</b>	—	—	L'électrification rurale en Algérie évolue d'un modèle correctif et ponctuel vers un système structuré, massif et permanent, combinant extension du réseau, diversification technologique et intégration aux politiques de développement territorial
------------------------------	---	---	--

Source : Réalisé par l'étudiante sur la base les rapports de Sonelgaz

### 3.2.2 Historique des programmes d'électrification rurale à Djelfa :

Ce tableau présente une lecture chronologique des principales interventions et projets liés au secteur de l'énergie au niveau de la wilaya de Djelfa au cours des dernières années. Il met en évidence les efforts déployés en matière d'électrification et de raccordement au gaz, ainsi que les programmes de renforcement des capacités énergétiques et de modernisation des réseaux. Il reflète également l'orientation des politiques publiques vers le soutien du développement local à travers l'amélioration des infrastructures énergétiques et leur articulation avec les dynamiques économiques et productives.

Tableau 31: Évolution du secteur de l'énergie et de l'électrification rurale dans la wilaya de Djelfa (2022–2030)

Date	Événement / Contexte	Données principales	Analyse et portée
<b>07 juillet 2022</b>	Visite d'évaluation du PDG de Sonelgaz	- Taux de couverture électrique : > <b>94 %</b> - Taux de couverture en gaz : > <b>80 %</b> - Insistance sur le raccordement des zones isolées, périmètres agricoles et investisseurs	Phase de <b>ratissage avancé mais inachevé</b> Persistance de besoins non satisfaits justifiant la continuité des programmes de raccordement conventionnel
<b>19 novembre 2025</b>	Visite ministérielle et réunion de travail au siège de la wilaya	- Analyse globale du secteur de l'énergie - Suivi des programmes d'électrification et de gaz - Intégration dans le programme complémentaire présidentiel et le plan 2026–2030 - Soutien à l'agriculture, à l'industrie et à l'investissement	Transition vers une approche où l'énergie constitue un <b>levier de développement économique territorial</b> Renforcement du rôle structurant des infrastructures énergétiques
<b>2025 – 2027</b>	Mise en œuvre de projets structurants	- Centrale à cycle combiné de <b>1 200 MW</b> - Mise en service partielle (250 MW) avant août 2026 - Mise en service totale en 2027 - Poste de transformation d'Aïn Oussera (24 départs 30 kV + télécontrôle)	Passage à une logique de <b>renforcement des capacités et de modernisation des réseaux</b> Amélioration de la qualité, de la continuité et de la sécurité de l'approvisionnement

Date	Événement / Contexte	Données principales	Analyse et portée
<b>Horizon 2026–2030</b>	Planification stratégique territoriale	- Inscription dans le plan de développement de la wilaya - Consolidation et extension des réseaux électriques et gaziers	Orientation vers une <b>infrastructure énergétique résiliente et adaptée aux nouvelles dynamiques productives</b>
<b>Conclusion analytique</b>	—	—	L'électrification rurale à Djelfa évolue d'une logique de <b>premier accès</b> vers une logique de <b>densification, de sécurisation et de montée en capacité du réseau</b> . Le raccordement conventionnel devient ainsi un instrument de <b>consolidation territoriale</b> , au service de la qualité du service public et du développement économique local.

Source : Réalisé par l'étudiante sur la base les rapports de Sonelgaz

### 3.2.3 Cadre institutionnel et rôle de Sonelgaz :

Créée par l'ordonnance n° 69-59 du 28 juillet 1969 après dissolution d'Électricité et Gaz d'Algérie, Sonelgaz a été instituée comme opérateur national chargé de la production, du transport, de la distribution, de l'importation et de l'exportation de l'électricité, ainsi que de la distribution et de la vente du gaz naturel. Les documents historiques de Sonelgaz indiquent qu'au moment de sa création l'entreprise desservait environ 700 000 clients et que le taux d'électrification nationale était alors de 40 %, avec une puissance installée de 626 MW. Cette configuration initiale montre que la mission de Sonelgaz est indissociable de la construction de l'État post-indépendance et de la généralisation progressive du service énergétique sur l'ensemble du territoire.

Le cadre juridique issu de la loi n° 02-01 du 5 février 2002 a confirmé que la distribution de l'électricité et du gaz relève du service public, tout en réorganisant le secteur autour de métiers distincts. Dans l'organisation actuelle du groupe, le transport d'électricité sur les réseaux de tension supérieure à 50 kV est assuré par Sonelgaz-Transport Électricité et Opérateur Système, tandis que Sonelgaz-Distribution assure la distribution de l'électricité et du gaz au niveau territorial. Le site institutionnel de Sonelgaz mentionne aujourd'hui environ 35 537 km de réseau de transport d'électricité, 416 516 km de réseau de distribution électrique, 12 297 856 clients électricité et un taux d'électrification annoncé de 99 %. Au niveau local, Djelfa relève d'une concession officielle de distribution identifiée comme « Concession de Distribution de Djelfa », ce qui confirme l'existence d'un relais territorial direct pour la mise en œuvre des programmes de raccordement conventionnel. (Sonelgaz, 2024)

Dans cette perspective, Sonelgaz ne doit pas être comprise comme une simple entreprise de fourniture d'énergie, mais comme l'opérateur pivot de l'aménagement électrique du territoire algérien. Les rapports récents du groupe rappellent que sa mission de service public inclut explicitement le raccordement des périmètres agricoles, des zones d'ombre, des zones industrielles et des stations de dessalement, ce qui élargit la notion de raccordement conventionnel à une fonction de cohésion territoriale, sociale et productive. (Sonelgaz, 2022)

### 3.2.4 Principe du raccordement conventionnel :

Au sens de la pratique algérienne, le raccordement conventionnel peut être défini comme le raccordement d'un usager, d'un groupement d'habitations, d'un périmètre agricole ou d'un équipement collectif au réseau interconnecté existant par l'extension d'ouvrages électriques classiques. Cette lecture découle des textes réglementaires qui définissent le réseau de distribution comme un ensemble composé de lignes aériennes, de câbles souterrains, de transformateurs, de postes, ainsi que de leurs annexes, et des documents historiques qui distinguent l'électrification par extension de réseau des solutions décentralisées réservées aux cas spéciaux des zones très éloignées. L'étude historique de Djelfa montre d'ailleurs que le Plan national d'électrification a privilégié une logique d'extension du réseau, tout en laissant place à des solutions hors réseau dans certaines zones sahariennes reculées. (Sonelgaz, 2022)

Techniquement, le raccordement conventionnel repose sur une articulation entre ouvrages de transport, postes sources et réseaux de distribution. La réglementation algérienne distingue la basse tension, distribuée à 220/380 V puis progressivement à 230/400 V, et les niveaux de tension supérieurs, le décret tarifaire de 2005 mentionnant la HTA à 5,5 et 10 kV, ainsi que la HTB à 30 kV, 60 kV, 90 kV, 220 kV et plus. Dans l'exploitation courante des réseaux de desserte, le raccordement passe donc, de manière générale, par le renforcement d'un départ existant, la création ou l'extension d'une ligne de distribution, l'installation d'un poste de transformation MT/BT ou d'un poste source selon la charge attendue, puis la réalisation des branchements individuels et du comptage. Le rapport d'activités 2024 permet de mesurer l'ampleur de cette base technique, avec 191 739 km de réseau de distribution MT et 224 776 km de réseau BT, soit plus de 416 000 km au total. (JOURNAL OFFICIEL De LA REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE, 2005)

En pratique, la chaîne de raccordement conventionnel comporte plusieurs étapes : étude technico-économique, identification du point de raccordement, dimensionnement des ouvrages, réalisation des extensions de lignes, mise en place ou renforcement des postes, puis mise en service et exploitation. Les textes réglementaires rappellent en outre que la participation du client au coût des travaux de raccordement est encadrée par le cahier des charges de fourniture et par les règles tarifaires fixées par la Commission de régulation. Les plans de développement de Sonelgaz montrent que cette logique ne relève pas d'opérations ponctuelles, mais d'une programmation lourde : pour la période 2021-2030, le groupe prévoit, pour la seule distribution, 101 960 km de nouvelles lignes et 38 864 postes afin d'alimenter 4,4 millions de clients supplémentaires. (JOURNAL OFFICIEL De LA REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE, 2005)

Ainsi, le raccordement conventionnel s'oppose moins à une catégorie administrative qu'à une logique technique différente : celle des solutions autonomes ou hybrides. Les documents historiques de Sonelgaz indiquent que l'entreprise a certes électrifié 18 villages isolés du Grand Sud par le biais de l'énergie solaire entre 1998 et 2001, mais ces opérations sont présentées comme des dispositifs particuliers destinés aux zones non aisément raccordables, tandis que l'effort principal de desserte rurale demeure fondé sur l'extension du réseau classique. (Sonelgaz, 2024)

### 3.3 Programme complémentaire de raccordement (2023 : 12 008 logements) :

Le paysage de l'électrification à Djelfa a connu un tournant décisif avec le lancement du Programme de Développement Complémentaire, annoncé lors de la visite présidentielle de la fin d'année 2023. Ce programme, d'une envergure financière sans précédent pour la région, s'élève à une enveloppe globale de près de 185 milliards de DA destinée à 28 secteurs d'activité. L'objectif est de transformer Djelfa en un pôle économique attractif, capable de soutenir son nouveau statut administratif avec la promotion d'Aïn Ouessara et Messaâd en wilayas déléguées. ([Programme de développement complémentaire pour Djelfa : Une enveloppe de près de 185 milliards de DA allouée en 2023, 2024](#))

### **3.3.1 Objectifs et portée du programme (12 008 logements) :**

Au cœur de ce dispositif, le volet raccordement électrique cible prioritairement la viabilisation des nouveaux lotissements et la sécurisation énergétique des zones d'extension urbaine. Le programme vise le raccordement d'environ 12 008 logements à travers la wilaya. Ce chiffre reflète une volonté de rattrapage structurel pour une région où le taux d'électrification rurale, historiquement estimé à 70 %, présentait un décalage net par rapport au taux urbain de 94 %. Contrairement aux programmes sectoriels classiques, le Programme Complémentaire intègre une dimension de "sécurité alimentaire" en couplant le raccordement des habitations à celui des exploitations agricoles environnantes. À la fin de l'année 2023, plus de 1 950 exploitations agricoles avaient déjà bénéficié de raccordements spécifiques dans ce cadre, facilitant ainsi la modernisation des systèmes d'irrigation et de stockage. ([Djelfa: raccordement de 1.950 exploitations agricoles au réseau électrique, 2023](#))

L'administration de ce programme repose sur un bureau de suivi spécialisé ouvert au siège de la Direction de Distribution de Djelfa, visant à réduire les délais de traitement des demandes et à assurer une coordination étroite entre les services de la wilaya (DPAT) et l'opérateur historique Sonelgaz. Les données de 2024 soulignent une mobilisation financière continue, avec l'inscription d'une deuxième tranche de crédits de paiement dans le cadre de la Loi de Finances, confirmant la priorité accordée à l'achèvement des travaux d'ici 2026. ([Djelfa: raccordement de 1.950 exploitations agricoles au réseau électrique, 2023](#)) ([ministère des Finances, 2024](#))

### **3.3.2 Répartition territoriale et taux d'avancement :**

La répartition des 12 008 logements et des infrastructures associées suit une logique de densification des pôles urbains émergents tout en maintenant un effort de désenclavement rural. Les zones de Aïn Ouessara et Messaâd captent une part substantielle des investissements en raison de leur nouvelle importance administrative et de leur potentiel industriel. ([Programme de développement complémentaire pour Djelfa : Une enveloppe de près de 185 milliards de DA allouée en 2023, 2024](#))

Tableau 32: Répartition des projets d'électrification rurale par daïra dans la wilaya de Djelfa : logements ciblés, budget alloué et taux d'avancement (mi-2024)

Daïra / Zone d'influence	Nombre estimé de logements ciblés	Budget sectoriel alloué (Est. Elect.)	Taux d'avancement (Mi-2024)
Djelfa (Chef-lieu)	3 800	4,5 Milliards DA	62%
Aïn Ouessara	2 400	3,2 Milliards DA	55%
Messaâd	2 100	2,8 Milliards DA	48%
Hassi Bahbah	1 600	2,1 Milliards DA	50%
Autres communes (Rural)	2 108	3,4 Milliards DA	35%

Source : Synthèse basée sur les bulletins statistiques de la DPAT et les rapports de gestion Sonelgaz.

L'avancement des travaux est freiné dans certaines communes rurales par des contraintes topographiques et des retards dans l'octroi des autorisations de passage sur les domaines privés. Cependant, la restructuration du groupe Sonelgaz, achevée en 2024, a permis de mutualiser les moyens techniques entre les filiales pour accélérer la pose des supports et le tirage des câbles. (Sonelgaz, 2024)

### 3.3.3 Spécificités par rapport au programme des "Zones d'Ombre" :

Il est crucial de distinguer le Programme Complémentaire (2023-2026) du programme des « Zones d'Ombre » initié en 2020. Le programme des Zones d'Ombre était une réponse d'urgence visant à pallier l'absence totale d'énergie dans des poches de pauvreté très localisées. À Djelfa, cela s'est traduit par des micro-extensions de réseau basse tension (BT) pour des groupements de 5 à 20 foyers. (République algérienne démocratique et populaire Conseil Comptable, 2021)

Le Programme Complémentaire adopte une vision plus macro-économique. Ses spécificités incluent :

- **La puissance installée** : Là où les Zones d'Ombre utilisaient souvent des transformateurs de faible puissance sur poteaux, le Programme Complémentaire prévoit la construction de postes de transformation maçonnés de 400 kVA à 630 kVA pour anticiper la croissance future. (Devis pour travaux électriques 30KV, 2021)
- **L'intégration sectorielle** : Le raccordement des 12 008 logements est corrélé à la réalisation d'infrastructures de santé (hôpital mère-enfant) et universitaires, nécessitant une qualité de service (continuité et stabilité de tension) supérieure. (Eldjeich, 2023)

- **Le financement** : Les Zones d'Ombre étaient financées par la Caisse de Solidarité et de Garantie des Collectivités Locales (CSGCL), tandis que le Programme Complémentaire bénéficie de dotations directes du budget de l'État sous forme de "fonds frais" injectés dans Sonelgaz (Sonelgaz, 2024)

### 3.3.4 Analyse des Coûts d'Extension :

Pour étendre le réseau électrique à Djelfa, il faut prendre en compte plusieurs paramètres techniques importants. Le coût de cette extension ne dépend pas uniquement du prix du câble. Il faut également considérer les coûts liés aux travaux de génie civil, aux supports, aux isolateurs et aux postes de transformation. Tous ces éléments sont essentiels pour assurer la stabilité du courant électrique dans la région de Djelfa, qui présente des caractéristiques spécifiques en raison de son environnement de steppe.

#### 3.3.4.1. Coût moyen du kilomètre de ligne (MT et BT) :

Pour la période 2024-2026, les coûts unitaires ont subi une pression inflationniste liée au prix des matières premières (aluminium, cuivre, acier pour les pylônes). L'analyse des marchés récents passés par Sonelgaz pour des projets en zone aride et semi-aride permet d'établir une grille de coûts actualisée. Pour une ligne Moyenne Tension (MT - 30 kV), le coût du kilomètre en conducteur aérien oscille entre 4,5 et 7,5 millions de DA. (Sonelgaz, 2025)

**Tableau 33: Coût des réseaux de distribution électrique selon le type de réseau, le niveau de tension et leurs composantes techniques**

Type de réseau	Tension	Coût Moyen au km (Millions DA)	Composantes principales
Distribution MT (Aérien)	30 kV	5,8	Supports béton/acier, Câble Almelec 54,6 mm <sup>2</sup> , Isolateurs
Distribution BT (Aérien)	400 V	3,2	Poteaux béton, Câble torsadé Alu, Accessoires de fixation
Distribution MT (Souterrain)	30 kV	12,5	Câble sec 1x35mm <sup>2</sup> ou 1x70mm <sup>2</sup> , Tranchées, Remblaiement

Source : Devis types Sonelgaz et analyses de marchés publics 2023-2024.

Il est à noter que le coût du réseau souterrain est plus de deux fois supérieur à celui de l'aérien, ce qui explique pourquoi 95 % des raccordements ruraux à Djelfa sont réalisés en aérien, malgré l'exposition aux vents de sable et aux orages. (Sonelgaz, 2023)

#### 3.3.4.2. Facteur de surcoût : Nature du sol et infrastructures de transformation

L'environnement de Djelfa impose des défis de génie civil qui pèsent lourdement sur le budget final.

- A. **La nature du sol** : La steppe de Djelfa présente souvent une croûte calcaire superficielle très dure. L'implantation d'un support nécessite l'utilisation d'un brise-roche hydraulique (BRH), ce qui augmente le coût de la fouille de 40 % par rapport à un sol meuble. À l'inverse, dans les zones dunaires du sud de la wilaya, les fondations doivent être plus profondes et renforcées pour éviter l'affaissement des poteaux, ajoutant un surcoût de stabilisation. (Sonelgaz, 2024)
- B. **Infrastructures de transformation** : Le choix du poste de transformation est un arbitrage entre coût et durabilité.
- **Postes sur poteaux (H61)** : Moins onéreux (environ 2,2 MDA), ils sont idéaux pour les zones isolées mais limités à 160 kVA. Ils sont vulnérables aux intempéries et aux surcharges.
  - **Postes maçonnés** : Coûtant entre 5 et 9 MDA selon l'équipement, ils offrent une protection optimale contre les vents de sable et permettent l'installation de cellules de protection sophistiquées (cellules 30 kV sous SF6). À Djelfa, le Programme Complémentaire privilégie ces structures pour assurer la pérennité du réseau. (Sonelgaz, 2024)
- C. **Dispersion de l'habitat** : La faible densité démographique (environ 40 habitants/km<sup>2</sup>) signifie qu'une ligne de 2 km peut parfois n'alimenter que 2 ou 3 foyers. Cela crée un ratio de linéaire par abonné très défavorable, augmentant le coût d'investissement par point de livraison.

### 3.3.4.3. Comparaison du coût unitaire par foyer raccordé :

Le coût de raccordement par foyer est inversement proportionnel à la densité de l'habitat et à la proximité du réseau existant. L'éloignement oblige Sonelgaz à construire une "antenne" dédiée, incluant un poste de transformation spécifique.

Tableau 34: Comparaison du coût unitaire par foyer raccordé au réseau électrique

Distance au réseau existant	Nombre de foyers	Coût total estimé (MDA)	Coût par foyer (MDA)
< 500 m (Urbain/Périurbain)	50 (Lotissement)	15	0,3
1 - 2 km (Rural regroupé)	10 (Village)	22	2,2
> 3 km (Rural isolé)	1 (Exploitation)	28	28,0

Source : cahier des charges relatif aux conditions de fourniture de l'électricité et du gaz par canalisations Sonelgaz

Cette analyse démontre que pour un foyer très isolé, le coût du raccordement conventionnel peut atteindre des sommes démesurées (jusqu'à 28 millions de DA), ce qui pose la question de la rentabilité économique pour l'opérateur et de l'équité pour l'État.

### 3.3.5. Limites du réseau conventionnel dans les zones très isolées :

L'électrification rurale en Algérie, et plus spécifiquement dans la wilaya de Djelfa, représente un enjeu de souveraineté énergétique et de cohésion territoriale. Située dans la zone de transition entre le Tell et le Sahara, Djelfa se distingue par une configuration géographique et démographique complexe, marquée par une tradition pastorale séculaire qui a façonné un mode d'occupation du sol extrêmement dispersé. Alors que le pays affiche un taux d'électrification national frôlant les 98 %, l'achèvement du raccordement des zones ultra-isolées se heurte à des barrières physiques, techniques et financières sans précédent. (Sonelgaz, 2024)

#### 3.3.5.1. Limites de maintenance et vulnérabilité systémique du réseau conventionnel :

L'extension physique du réseau n'est que la première étape ; sa pérennité dans l'environnement hostile de la steppe constitue un défi quotidien pour les services de distribution.

- A. Difficultés d'accès et pannes climatiques : La maintenance du réseau dans les zones reculées de Djelfa est entravée par l'absence d'infrastructures routières adéquates. Près de 7 316 zones d'ombre au niveau national souffrent d'insuffisances routières, ce qui retarde l'intervention des équipes de la Sonelgaz en cas de panne. Les conditions climatiques extrêmes de la steppe — gel intense en hiver (Zone B) et chaleur caniculaire en été (Zone C) — accélèrent le vieillissement des équipements. (MINISTÈRE DE L'INTÉRIEUR, DES COLLECTIVITÉS LOCALES ET DES TRANSPORTS, 2024) L'accumulation de poussière et de sable sur les isolateurs provoque des arcs électriques et des micro-coupures, particulièrement lors des premières pluies d'automne. Le nettoyage de ces milliers d'isolateurs sur des lignes s'étendant sur des centaines de kilomètres représente un coût opérationnel (OPEX) que le tarif de l'électricité, fortement subventionné en Algérie, ne permet pas de couvrir. (Etude des risques liés à l'intégration de l'énergie photovoltaïque, 2024)
- B. Le fléau du vandalisme et du vol de cuivre : Un facteur exogène mais dévastateur pour la rentabilité du réseau conventionnel est la recrudescence du vol de câbles en cuivre. L'isolement des lignes dans la steppe en fait des cibles faciles pour des réseaux criminels. En 2025, des opérations de sécurité ont permis de démanteler des réseaux spécialisés à Sétif et Djelfa, saisissant des quintaux de cuivre dérobés sur le réseau de distribution. (Des réseaux de vol de câbles en cuivre démantelés à Sétif et Djelfa, 2025)

Tableau 35: Impact du vandalisme sur les infrastructures (Données 2025–2026)

Impact du vandalisme sur les infrastructures (Données 2025-2026)	Ampleur des dégâts (Exemples)
Linéaire de câbles volés (Exemple Tizi-Ouzou)	19 955 mètres
Transformateurs et disjoncteurs sabotés	> 10 unités par an / wilaya

Impact du vandalisme sur les infrastructures (Données 2025-2026)	Ampleur des dégâts (Exemples)
Cas de vandalisme recensés (Exemple Tlemcen)	184 cas en 2025
Numéro de signalement citoyen (Sonelgaz)	3303

Source : Sonelgaz 2026

Ces actes de sabotage ne coûtent pas seulement cher en réparations ; ils déstabilisent l'économie rurale en privant les agriculteurs d'énergie pendant des semaines, le temps que les procédures de remplacement et de sécurisation soient lancées. À l'inverse, un kit solaire domestique, installé à l'intérieur d'une propriété close et surveillée, présente un risque de vol bien moindre et une résilience bien plus élevée face à la criminalité organisée. (Sonelgaz, 2026)

### 3.4 Enjeux de l'énergie photovoltaïque : Du réseau aux systèmes autonomes :

Le déséquilibre territorial de Djelfa justifie scientifiquement et économiquement l'abandon du dogme du « raccordement universel au réseau » au profit de solutions décentralisées. Le passage d'une stratégie de réseau à une stratégie de systèmes autonomes (kits solaires) n'est plus une option technique, mais un impératif de gestion des deniers publics.

#### 3.4.1 Stratégie nationale et applications locales :

La stratégie de la Sonelgaz et du Commissariat aux Énergies Renouvelables (CEREFÉ) s'articule désormais autour de cette réalité. À la fin de 2023, le parc national comptait 12 382 kits solaires photovoltaïques installés dans les zones isolées. À Djelfa, cette transition se manifeste par plusieurs axes :

- **Kits pour nomades** : Des cahiers des charges types ont été élaborés pour des kits solaires mobiles adaptés aux populations pastorales en déplacement. (MINISTÈRE DE L'INTÉRIEUR, DES COLLECTIVITÉS LOCALES ET DES TRANSPORTS, s.d.)
- **Éclairage public solaire** : Plus de 62 000 points lumineux photovoltaïques ont été installés nationalement entre 2020 et 2023, réduisant la facture énergétique des communes rurales de Djelfa. (MINISTÈRE DE L'INTÉRIEUR, DES COLLECTIVITÉS LOCALES ET DES TRANSPORTS, s.d.)
- **Hybridation** : Pour les petits centres de vie, des mini-réseaux hybrides (PV/Diesel) sont envisagés pour garantir une continuité de service tout en réduisant les coûts de carburant. (COMMISSARIAT AUX ÉNERGIES RENOUVELABLES, 2023)

#### 3.4.2 Le gisement solaire de Djelfa :

L'Algérie dispose de l'un des gisements solaires les plus élevés au monde, dépassant les 2 000 heures d'ensoleillement annuel sur la quasi-totalité du territoire, et pouvant atteindre 3 900 heures dans les régions steppiques et sahariennes comme le sud de Djelfa. L'énergie reçue quotidiennement sur une surface horizontale dépasse les 5 kWh/m<sup>2</sup>, ce qui rend l'exploitation photovoltaïque extrêmement performante. (Comparative Study of a Pumping System Using Conventional and Photovoltaic Power in the Algerian Sahara (Application to Pastoral Wells), 2022)

### 3.4.3 Justification économique des kits solaires individuels :

Comme démontré précédemment, le coût moyen d'électrification par réseau dans les zones éparses peut dépasser les 7 millions de DA par foyer. En comparaison, le coût d'un kit solaire domestique complet, capable d'alimenter l'éclairage, un réfrigérateur, un téléviseur et de charger des appareils mobiles, est infiniment moindre. (Monographie Djelfa , 2024)

En 2025, les prix des panneaux photovoltaïques en Algérie se sont stabilisés :

**Tableau 36: Estimation des prix des panneaux solaires selon la puissance**

Puissance du panneau	Prix estimé (DA)
200 Watts	13 000
400 Watts	25 000
600 Watts	35 000

Source : (Algérie360, 2025)

Même en incluant les batteries de stockage, le régulateur et l'onduleur, le coût d'un système autonome pour un foyer isolé reste dérisoire face à l'investissement nécessaire pour tirer des kilomètres de lignes HTA/BTA à travers les montagnes de l'Atlas saharien. Pour l'État, le calcul est simple : avec le budget nécessaire pour électrifier un village de 200 foyers à Guettara (1,5 milliard DA), il serait possible d'équiper plusieurs milliers de foyers en kits solaires individuels à travers toute la wilaya

Conclusion :

L'analyse détaillée de l'électrification rurale dans la wilaya de Djelfa révèle une dynamique territoriale profondément paradoxale. D'une part, les initiatives étatiques, récemment consolidées par des programmes complémentaires de développement et l'engagement indéfectible de la Sonelgaz, ont permis des avancées significatives en désenclavant de nombreux périmètres agricoles et foyers isolés. Ces efforts massifs témoignent d'une volonté politique assumée de faire de l'infrastructure énergétique un véritable vecteur de rattrapage socio-économique et d'intégration territoriale. D'autre part, le diagnostic démontre l'essoufflement structurel du raccordement par réseau conventionnel face aux rugosités morphologiques de la steppe. Les configurations d'enclavement, à l'image des daïras de l'Idrissia, ou de dispersion extrême dans les zones présahariennes comme Messaâd, engendrent des ratios kilométriques par abonné totalement insoutenables. Avec des coûts marginaux d'investissement atteignant des sommets par exploitation agricole ultra-isolée, assortis de lourdes contraintes foncières et d'une vulnérabilité accrue du matériel aux aléas climatiques extrêmes, le maintien exclusif du modèle filaire devient macro-économiquement irrationnel.

Ce constat d'inadéquation technico-économique impose une nécessaire mutation paradigmatique de l'aménagement énergétique territorial. Puisque la distance géographique abolit la rentabilité du réseau classique, l'avenir du développement rural à Djelfa réside inéluctablement dans la transition énergétique et la décentralisation systémique de la production. L'exploitation du gisement solaire exceptionnel de la région, à travers le déploiement de systèmes photovoltaïques autonomes (hors-réseau) ou la conception de mini-réseaux hybrides, offre une alternative immédiate et viable pour contourner la contrainte spatiale. Au-delà de la stricte rationalisation budgétaire pour les finances publiques, cette électrification décentralisée de proximité constitue le levier stratégique par excellence pour moderniser l'agropastoralisme, sécuriser les services publics ruraux et ancrer durablement les populations steppiques sur leurs terres.

# CHAPITRE IV — LE POTENTIEL SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE DE LA WILAYA DE DJELFA

## Introduction :

L'accès continu et fiable à l'énergie constitue la clef de voûte de tout processus de développement territorial, une réalité qui revêt une dimension vitale dans les vastes étendues de la wilaya de Djelfa. Territoire charnière entre le Tell et le Sahara, cette région se caractérise par d'immenses zones steppiques où l'agriculture intensive et le pastoralisme représentent les piliers historiques et contemporains de l'économie locale. Cependant, cette morphologie géographique dispersée engendre une problématique infrastructurelle majeure : l'électrification des « zones d'ombre » et des exploitations agricoles périphériques. Le raccordement au réseau électrique conventionnel se heurte à des distances kilométriques rédhibitoires et à des coûts d'extension souvent prohibitifs pour la collectivité.

Face à ce déficit qui freine la modernisation rurale, l'exploitation du gisement solaire photovoltaïque s'impose non plus comme une alternative expérimentale, mais comme un impératif stratégique absolu.

Ce chapitre s'attache à évaluer de manière exhaustive le potentiel solaire de la wilaya de Djelfa. L'analyse débutera par une quantification rigoureuse de la ressource climatologique, démontrant l'avantage comparatif des Hauts Plateaux, avant de dresser un état des lieux des infrastructures centralisées actuelles, fruit des efforts récents de l'État et du groupe Sonelgaz. Seront ensuite abordés les défis techniques et géographiques inhérents au déploiement des systèmes hors réseau (off-grid), avec une focale particulière sur l'ingénierie du pompage solaire agricole. Enfin, ce chapitre mettra en lumière les impacts de ces technologies sur le développement local, prouvant comment l'innovation permet de transcender les contraintes spatiales pour sécuriser l'avenir socio-économique des populations rurales.

#### 4.1 Évaluation du gisement solaire :

L'évaluation du gisement solaire de la région de Djelfa repose sur l'analyse de l'irradiation globale horizontale (GHI), définie comme la somme de l'irradiation directe (DNI) et de l'irradiation diffuse (DHI) reçues sur une surface plane horizontale. Cette grandeur est influencée par la position du soleil, caractérisée par sa hauteur ( $h$ ) et son azimut ( $\alpha$ ), ainsi que par l'état de l'atmosphère, notamment sa turbidité et sa nébulosité. À Djelfa, l'altitude moyenne élevée (supérieure à 1100 mètres) et le climat semi-aride favorisent une transparence atmosphérique élevée, minimisant l'atténuation du rayonnement par la vapeur d'eau et les aérosols, contrairement aux régions côtières plus humides. (Karim Kerkouche, Farida Cherfa, A. Hadj Arab, & Salim Bouchakour, 2023)

##### 4.1.1 ; Données d'irradiation solaire globale : Synthèse NASA POWER, Meteonorm et CDER :

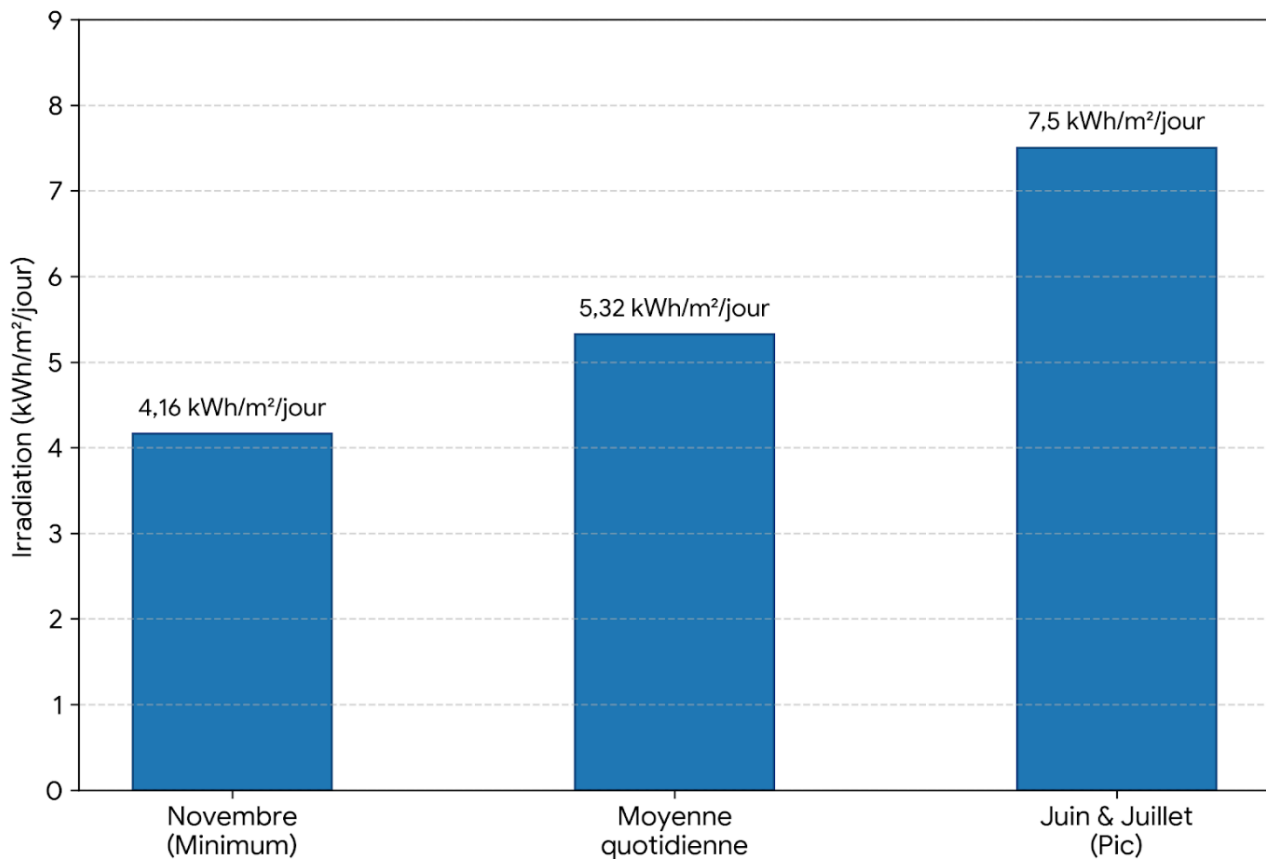
Pour garantir la fiabilité de la modélisation des systèmes photovoltaïques destinés à l'électrification rurale, il est nécessaire de croiser les données provenant de sources satellitaires de pointe et d'organismes de recherche nationaux. Les données récentes, couvrant la période de 2020 à 2026, confirment la stabilité et la richesse du gisement de la wilaya. (Paul Stackhouse, Falguni Patadia, & Zoe Waring, 2026)

##### 4.1.1.1 ; Analyse des données NASA POWER (2020-2026) :

Le projet NASA POWER (Prediction Of Worldwide Energy Resource) fournit des séries temporelles basées sur le modèle de réanalyse MERRA-2 et des observations satellitaires. Pour la région de Djelfa, les extractions de données pour la période 2021-2025 indiquent une irradiation globale horizontale annuelle moyenne de 1942 kWh/m<sup>2</sup>/an dans la wilaya de Djelfa. À l'échelle internationale, cette valeur est supérieure à celles observées dans de nombreuses régions d'Europe centrale (1000 à 1400 kWh/m<sup>2</sup>/an) et du sud de l'Europe (1500 à 1800 kWh/m<sup>2</sup>/an). Elle classe ainsi la région parmi les territoires bénéficiant d'un excellent gisement solaire, bien que légèrement inférieure aux niveaux enregistrés dans les déserts subtropicaux les plus performants au monde (2200 à 2600 kWh/m<sup>2</sup>/an). (Paul Stackhouse, Falguni Patadia, & Zoe Waring, 2026) (NASA ArcGIS Online, 2026) (Kabouche, Farouk Chellali, & Abdelmadjid Recioui, 2021)

L'analyse technique de ces données révèle une variabilité saisonnière marquée mais prévisible. Les mois d'été (juin et juillet) enregistrent des pics dépassant les 7,5 kWh/m<sup>2</sup>/jour, tandis que le mois le plus défavorable, novembre, conserve une irradiation moyenne de 4,16 kWh/m<sup>2</sup>/jour. Cette persistance du flux solaire, même durant le minimum saisonnier, est un atout critique pour le dimensionnement des parcs de batteries dans les systèmes isolés, évitant ainsi un surdimensionnement coûteux du stockage. (Kabouche, Farouk Chellali, & Abdelmadjid Recioui, 2021)

Figure 16: Irradiation solaire quotidienne moyenne dans la région de Djelfa



Source : Base de données NASA POWER (Prediction Of Worldwide Energy Resource), période 2021-2025

#### 4.1.1.2. Synthèse Meteonorm et Modélisation Régionale :

Meteonorm, en tant que logiciel d'interpolation météorologique mondiale, utilise une combinaison de mesures au sol et de données satellitaires pour générer des années météorologiques typiques (TMY). Pour la wilaya de Djelfa, située dans la "ceinture solaire" nord-africaine, Meteonorm estime le gisement annuel dans une fourchette allant de 2000 à 2200 kWh/m<sup>2</sup>/an. Cette légère différence avec les données NASA s'explique par une meilleure prise en compte des microclimats locaux et de l'albédo spécifique des sols steppiques de la région. (Kada, 2017)

L'étude des modèles empiriques validés pour le climat algérien, tels que les modèles de Capderou et de Perrin de Brichambaut, montre que pour les sites des Hauts Plateaux comme Djelfa, le modèle de distribution Gaussienne est le plus performant pour estimer l'irradiation horaire à partir des valeurs quotidiennes. Cette précision est fondamentale pour simuler le comportement dynamique des onduleurs et des régulateurs de charge sous des flux de puissance variables. (Kabouche, Farouk Chellali, & Abdelmadjid Recioui, 2021) (BOUKHALFA, 2023)

#### 4.1.1.3. Données du CDER et Rapports Officiels (CEREFÉ, APRUE) :

Le Centre de Développement des Énergies Renouvelables (CDER) et le Commissariat aux Énergies Renouvelables et à l'Efficacité Énergétique (CEREFÉ) ont actualisé les

cartographies du potentiel solaire national à travers des publications récentes. Selon le rapport "Transition Énergétique en Algérie" (édition 2020), Djelfa appartient à la zone des Hauts Plateaux où l'énergie solaire globale reçue par jour sur un mètre carré varie entre 5,3 et 5,7 kWh.

Le tableau suivant présente une synthèse comparative des données d'irradiation globale (GHI) pour Djelfa issues des trois sources principales pour la décennie actuelle :

**Tableau 37** Comparaison des données du rayonnement solaire global horizontal (GHI) issues de différentes bases de données pour la période 2020–2025

Source de Données	Période	GHI Quotidien Moyen (kWh/m <sup>2</sup> /j)	GHI Annuel Moyen (kWh/m <sup>2</sup> /an)
NASA POWER	2021-2025	5,32	1941,8
Meteonorm	2022-2024	5,48	2000,2
CDER / CERFE	2020-2023	5,50	2007,5

Source : Réalisé par l'étudiante à partir des données de [NASA POWER](#), [Meteonorm](#) et [CDER](#)

Les divergences observées entre les sources (environ 3 à 4%) restent dans les marges d'erreur acceptables pour l'ingénierie photovoltaïque et sont souvent dues aux variations de l'indice de clarté (Kt) utilisé dans les algorithmes de traitement. ([Assessment of solar radiation resource from the NASA-POWER reanalysis products for tropical climates in Ghana towards clean energy application, 2026](#))

#### 4.1.2 Durée d'ensoleillement annuel par zone :

La durée d'insolation, définie comme le temps pendant lequel le rayonnement solaire direct dépasse un seuil d'intensité (généralement 120 W/m<sup>2</sup>), est un paramètre fondamental pour caractériser le gisement d'une région. Pour la wilaya de Djelfa, les analyses documentaires et les relevés des stations synoptiques confirment une ressource temporelle exceptionnelle. ([Noureddine & GUEHAM Zaki, 2020](#))

##### 4.1.2.1. Zonage et Potentiel Territorial :

La durée d'ensoleillement annuel dans la wilaya de Djelfa se situe systématiquement entre 3200 et 3500 heures par an. Cette valeur est l'une des plus élevées des régions non-sahariennes de l'Algérie. La répartition spatiale de cet ensoleillement montre un gradient croissant du nord vers le sud de la wilaya : ([Dalila & BOUZADI-DAOUD Sultana, 2021](#))

- **Zone Nord (Sidi Laadjel, Hassi Bahbah) :** Proximité relative avec l'Atlas Tellien, durée d'environ 3200 h/an.

- **Zone Centrale (Djelfa ville, Moudjebara) :** Caractère typique des Hauts Plateaux, stable autour de 3350 h/an.
- **Zone Sud (Aïn El Ibel, Messad) :** Transition vers l'Atlas Saharien, atteignant les 3500 h/an. (Centrale solaire d'Ain El Ebel, 2026)

#### 4.1.2.2. Implications Techniques et Économiques :

Une durée d'insolation annuelle de 3500 heures signifie que, statistiquement, le soleil brille pendant près de 80% du temps diurne astronomiquement possible. Pour l'électrification rurale, cette donnée implique : (Felicia Dogbey, et al., 2026)

1. **Réduction du coût de l'énergie (LCOE) :** Plus la durée d'ensoleillement est longue, plus le rendement énergétique annuel d'un panneau est élevé, amortissant plus rapidement l'investissement initial.
2. **Fiabilité du système :** Une insolation élevée réduit la probabilité de périodes prolongées sans production ("jours d'autonomie" nuls), ce qui sécurise l'alimentation des infrastructures critiques comme les écoles rurales ou les centres de santé. (CEREFÉ, 2023)
3. **Potentiel de pompage solaire :** Avec plus de 9 heures de soleil par jour en moyenne durant la saison agricole, Djelfa est idéale pour le pompage solaire, solution privilégiée par le CEREFÉ pour le développement de l'agriculture rurale. (CEREFÉ, 2023)

#### 4.1.3 Cartographie du potentiel solaire sur le territoire de la wilaya :

##### 4.1.3.1 Méthodologie et Données utilisées :

Les données utilisées dans cette étude proviennent de plusieurs sources géospatiales et climatiques reconnues. Le rayonnement solaire moyen annuel a été obtenu à partir du produit ERA5-Land de l'ECMWF sur la période 1991–2024. Les paramètres topographiques, notamment la pente et l'orientation des versants, ont été dérivés du Modèle Numérique de Terrain SRTM à 30 m de résolution spatiale. L'occupation du sol a été extraite du produit GLC\_FCS30 à 30 m afin d'identifier les différentes classes de couverture terrestre et de les reclassifier selon leur aptitude à l'implantation photovoltaïque. Le réseau routier a été obtenu à partir des données de la carte du réseau routier DTP wilaya de Djelfa afin de calculer l'accessibilité des sites potentiels. Enfin, les limites administratives de la wilaya de Djelfa ont été utilisées pour délimiter la zone d'étude et effectuer les traitements spatiaux sous Google Earth Engine et Arcmap 10.8.

**Tableau 38: Synthèse des données géospatiales et climatiques utilisées pour la modélisation du potentiel solaire.**

<b>Facteur / Donnée</b>	<b>Source</b>	<b>Résolution spatiale</b>	<b>Type de donnée</b>	<b>Période</b>	<b>Utilisation dans l'étude</b>
<b>Rayonnement solaire</b>	ERA5-Land (ECMWF)	~9 km	Raster climatique	1991–2024	Calcul du rayonnement solaire moyen annuel
<b>Modèle Numérique de Terrain (MNT)</b>	SRTM DEM	30 m	Raster topographique	-	Extraction des pentes et de l'orientation des versants
<b>Occupation du sol</b>	GLC_FCS30	30 m	Raster d'occupation du sol	2020/2021	Reclassification des classes d'occupation du sol pour l'analyse AHP
<b>Réseau routier</b>	Carte du réseau routier DTP wilaya de Djelfa	Vectorel	Données routières	2024	Calcul de la distance euclidienne aux routes
<b>Limites administratives</b>	Asset personnel GEE / données administratives INCT	Vectorel	Limites territoriales	-	Délimitation de la zone d'étude

Source : Réalisé par l'étudiante à partir de ERA5-Land, SRTM, GLC\_FCS30 et données DTP Djelfa

L'analyse finale d'aptitude solaire a été réalisée selon la méthode AHP, combinée à une pondération multicritère dans un environnement SIG. Cinq critères ont été retenus : la ressource solaire, la pente, la distance aux routes, l'occupation du sol et l'aspect. Les critères ont d'abord été comparés par paires à l'aide de l'échelle de Saaty, puis synthétisés en poids relatifs. Le rayonnement solaire constitue le facteur principal de la décision, suivi de la pente, de l'accessibilité routière, de l'occupation du sol et de l'aspect des versants. Les poids obtenus ont été intégrés à un Weighted Overlay afin de produire une carte finale d'aptitude solaire classée en quatre niveaux de favorabilité : défavorable, moyenne, favorable et très favorable.

#### 4.1.3.2 Analyse des critères d'aptitude :

La carte du rayonnement solaire moyen annuel a été élaborée sous Google Earth Engine à partir des données ERA5-Land hourly sur la période 1991-2024. La variable `surface_solar_radiation_downwards` a été utilisée pour estimer le flux solaire descendant à la surface. Les valeurs horaires ont été agrégées à l'échelle annuelle, puis moyennées sur l'ensemble de la période d'étude afin d'obtenir une cartographie climatologique représentative du potentiel solaire de la wilaya de Djelfa. La carte obtenue a ensuite été reclassée en quatre niveaux de rayonnement à partir des quartiles statistiques : faible, moyen, élevé et très élevé. Cette carte constitue la base climatique du travail et servira de support à l'analyse multicritère ultérieure.

➤ Rayonnement solaire :

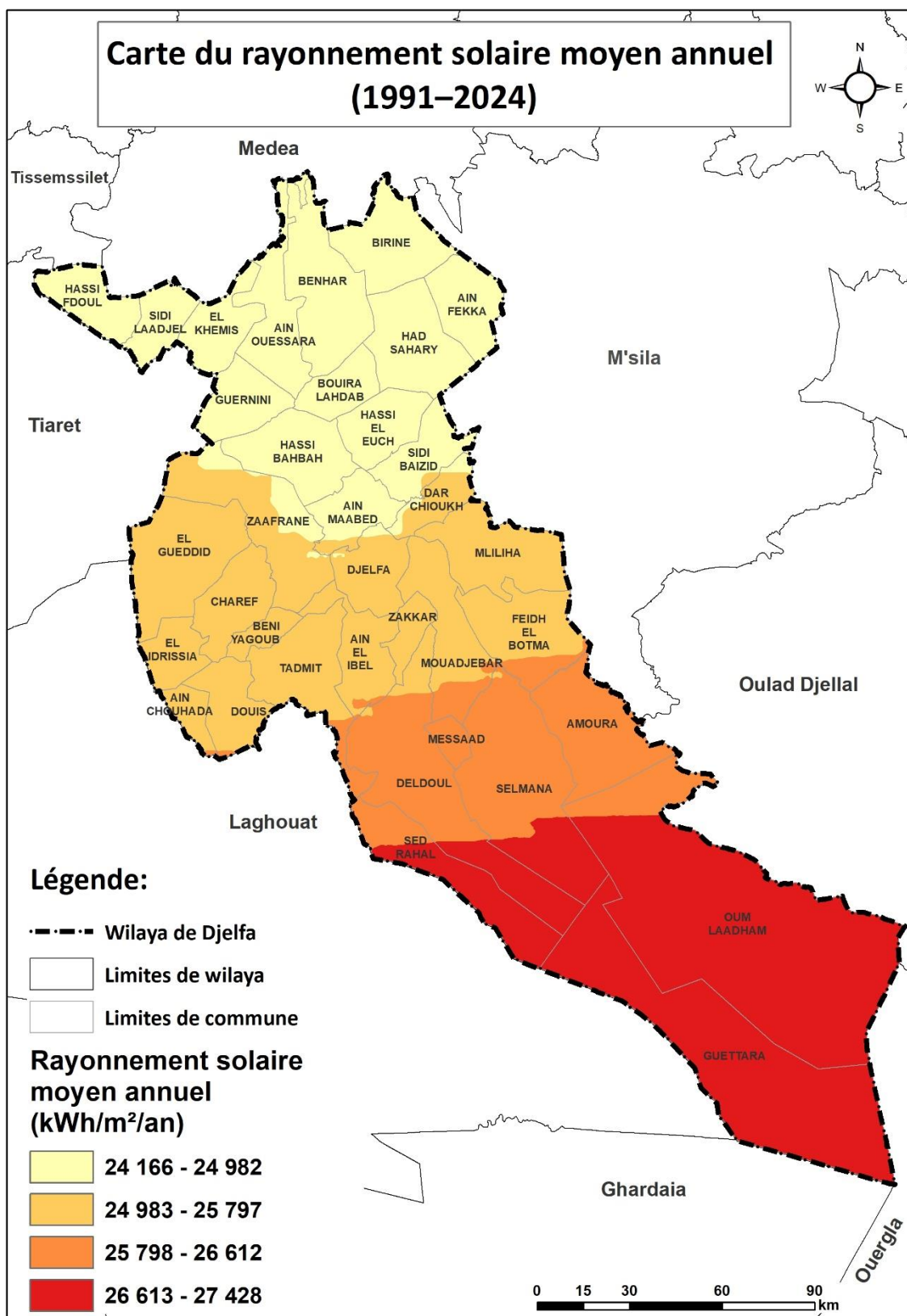
Le rayonnement solaire moyen annuel a été reclassé en cinq intervalles croissants afin d'identifier les secteurs présentant le meilleur potentiel énergétique. Les valeurs les plus faibles correspondent à une aptitude très faible, alors que les valeurs les plus élevées ont été considérées comme très favorables. Cette reclassification permet de transformer un critère continu en une grille de décision adaptée à l'approche AHP et à la cartographie du potentiel solaire.

**Tableau 39 : Reclassification du rayonnement solaire moyen annuel et attribution des scores d'aptitude (AHP).**

Rayonnement solaire	Aptitude	Score AHP
24 166 – 24 800	Très faible	1
24 800 – 25 400	Faible	3
25 400 – 26 000	Moyenne	5
26 000 – 26 700	Favorable	7
26 700 – 27 427	Très favorable	9

Source : Réalisé par l'étudiante à partir de ERA5-Land, SRTM, GLC\_FCS30 et données DTP Djelfa

Figure 17:



Source : Réalisé par l'étudiante via Google Earth Engine à partir des données climatiques ERA5-Land (ECMWF)

➤ Pentes :

La pente a été reclassée en trois niveaux d’aptitude. Les terrains présentant une pente comprise entre 0 et 8° ont été considérés comme très favorables, car ils offrent de bonnes conditions d’implantation. Les pentes comprises entre 8 et 15° ont été classées comme moyennement favorables, tandis que les pentes supérieures à 15° ont été considérées comme très défavorables en raison des contraintes techniques et économiques qu’elles induisent.

**Tableau 40: Reclassification de la pente et attribution des scores d’aptitude (AHP)**

<b>From</b>	<b>To</b>	<b>New value</b>
<b>0</b>	8	9 Très favorable
<b>8</b>	15	5 Moyenne
<b>15</b>	Max	1 Très défavorable

Source : Réalisé par l’étudiante à partir du Modèle Numérique de Terrain (SRTM)

Figure 18:



Source : Réalisé par l'étudiante sur la base du Modèle Numérique de Terrain SRTM (résolution 30 m).

➤ **Orientation des versants :**

L'analyse de l'aspect repose sur le principe de l'exposition solaire dans l'hémisphère nord. Les versants sud ont été considérés comme les plus favorables, car ils bénéficient d'un ensoleillement plus important au cours de l'année. Les orientations sud-est et sud-ouest ont été classées comme favorables, tandis que les orientations est et ouest présentent une aptitude moyenne. Enfin, les versants nord ont été considérés comme très défavorables en raison de leur faible exposition au rayonnement solaire. Cette logique permet d'intégrer l'effet de l'orientation du relief dans l'évaluation du potentiel solaire.

**Tableau 41 : Reclassification de l'orientation des versants (Aspect) et scores d'aptitude**

<b>Aspect</b>	<b>Direction</b>	<b>Score</b>
<b>135 – 225</b>	Sud	9 Très favorable
<b>90 – 135 &amp; 225 – 270</b>	SE / SW	7 Favorable
<b>45 – 90 &amp; 270 – 315</b>	E / W	5 Moyenne
<b>0 – 45 &amp; 315 – 360</b>	N	1 Très défavorable

Source : Traitement des données SRTM DEM, et adapté de Settou et al. (2021) et Al Garni & Awasthi (2017)



➤ **Occupation du sol :**

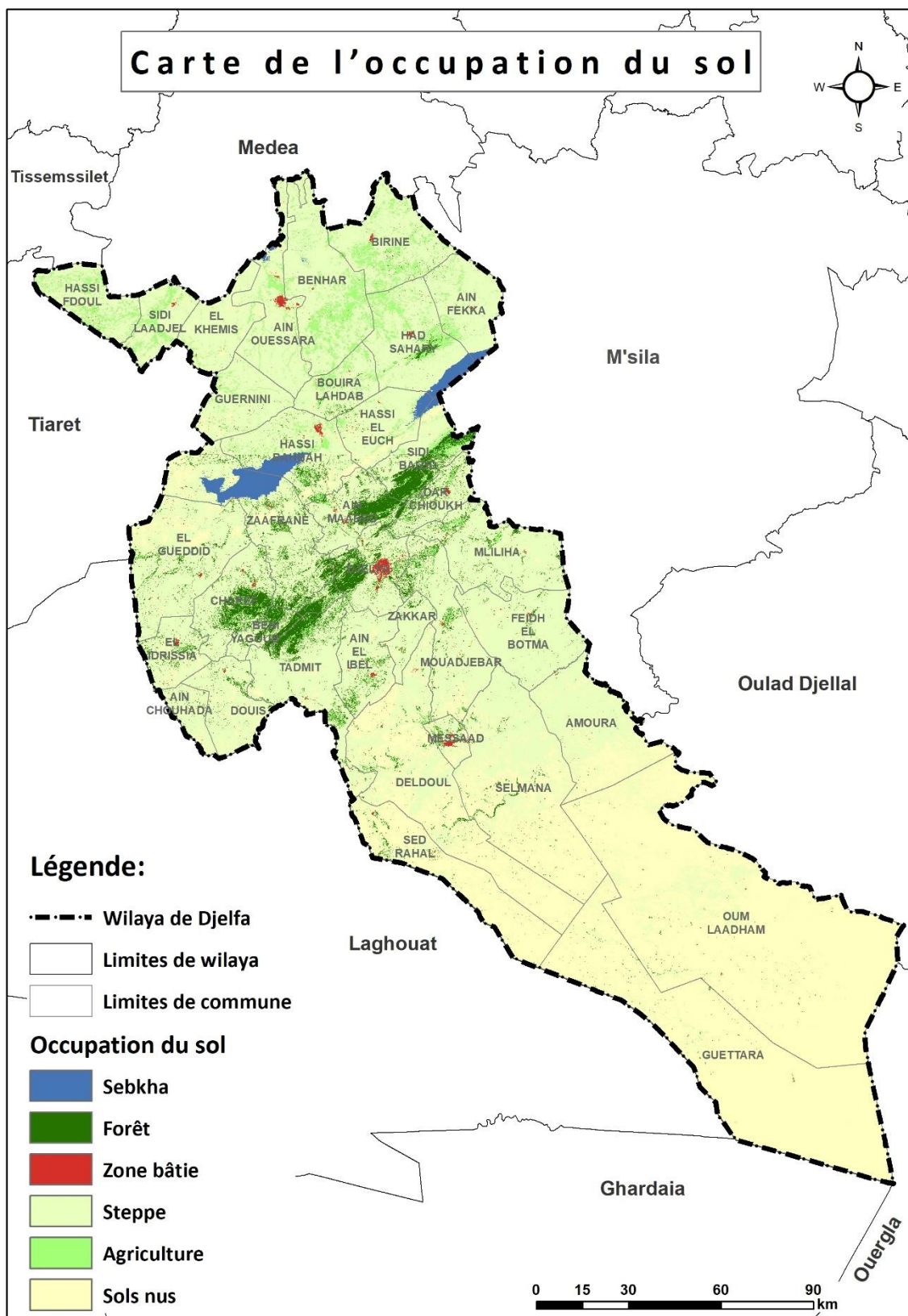
L'occupation du sol a été reclassée selon son degré de compatibilité avec l'implantation solaire. Les sols nus ont reçu le score le plus élevé, car ils offrent une disponibilité foncière maximale et présentent peu d'obstacles à l'installation. Les espaces steppiques, caractérisés par une faible végétation, ont été considérés comme favorables. Les terres agricoles ont été classées comme moyennement favorables, du fait de leur usage productif et du risque de conflit d'affectation. Les surfaces imperméables, les forêts et les sebkhas ont été considérées comme défavorables à très défavorables, en raison des contraintes d'aménagement, d'ombrage, de protection environnementale ou d'incompatibilité physique avec les infrastructures solaires.

**Tableau 42: Reclassification des classes d'occupation du sol et scores d'aptitude AHP**

<b>Classe</b>	<b>Type</b>	<b>Score AHP</b>	<b>Justification</b>
<b>Sols nus</b>	Sols nus	9	Très favorable
<b>Steppe</b>	Faible végétation	7	Favorable
<b>Agriculture</b>	Agriculture	5	Moyenne
<b>Impervious surfaces</b>	Urbain	3	Défavorable
<b>Forest</b>	Forêt	1	Très défavorable
<b>Sebkha</b>	Eau	1	Très défavorable

Source : Traitement des données GLC\_FCS30, et adapté de Settou et al. (2021) et Islam et al. (2024).

Figure 20:



Source : Réalisé par l'étudiante à partir du produit GLC\_FCS30 (résolution 30 m).

➤ **Réseau routier :**

La distance aux routes a été reclassée selon une logique technique d'accessibilité. La classe comprise entre 500 et 2000 m a été considérée comme la plus favorable, car elle représente un optimum technique : accès facile, coûts faibles, maintenance simple et faible contrainte urbaine. Les distances comprises entre 2000 et 5000 m ont été classées comme favorables, celles entre 5000 et 10000 m comme moyennes, tandis que la proximité immédiate des routes (0 à 500 m) et l'éloignement supérieur à 10000 m ont été jugés défavorables à très défavorables.

**Tableau 43: Reclassification de la distance au réseau routier et scores d'aptitude AHP**

<b>Distance</b>	<b>Aptitude</b>	<b>Score AHP</b>
<b>500 – 2000 m</b>	Très favorable	9
<b>2000 – 5000 m</b>	Favorable	7
<b>5000 – 10000 m</b>	Moyenne	5
<b>0 – 500 m</b>	Défavorable	3
<b>&gt; 10000 m</b>	Très défavorable	1

Source : Traitement des données de la DTP de Djelfa, et adapté de Al Garni & Awasthi (2017).

Figure 21:

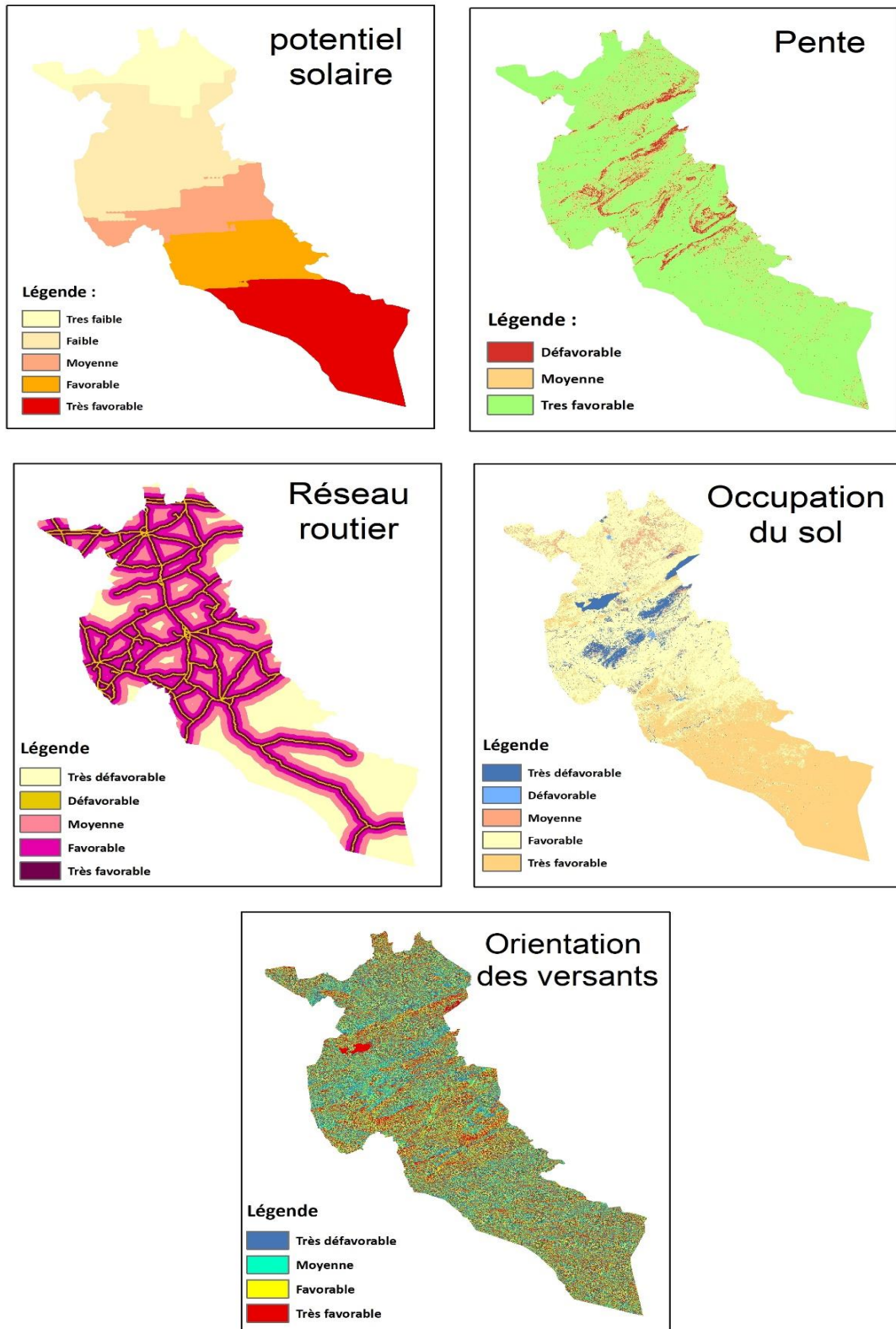


Source : Réalisé par l'étudiante à partir des données de la Direction des Travaux Publics (DTP) de la wilaya de Djelfa (2024)

#### **4.1.3.3 Synthèse et Carte Finale du Potentiel Solaire :**

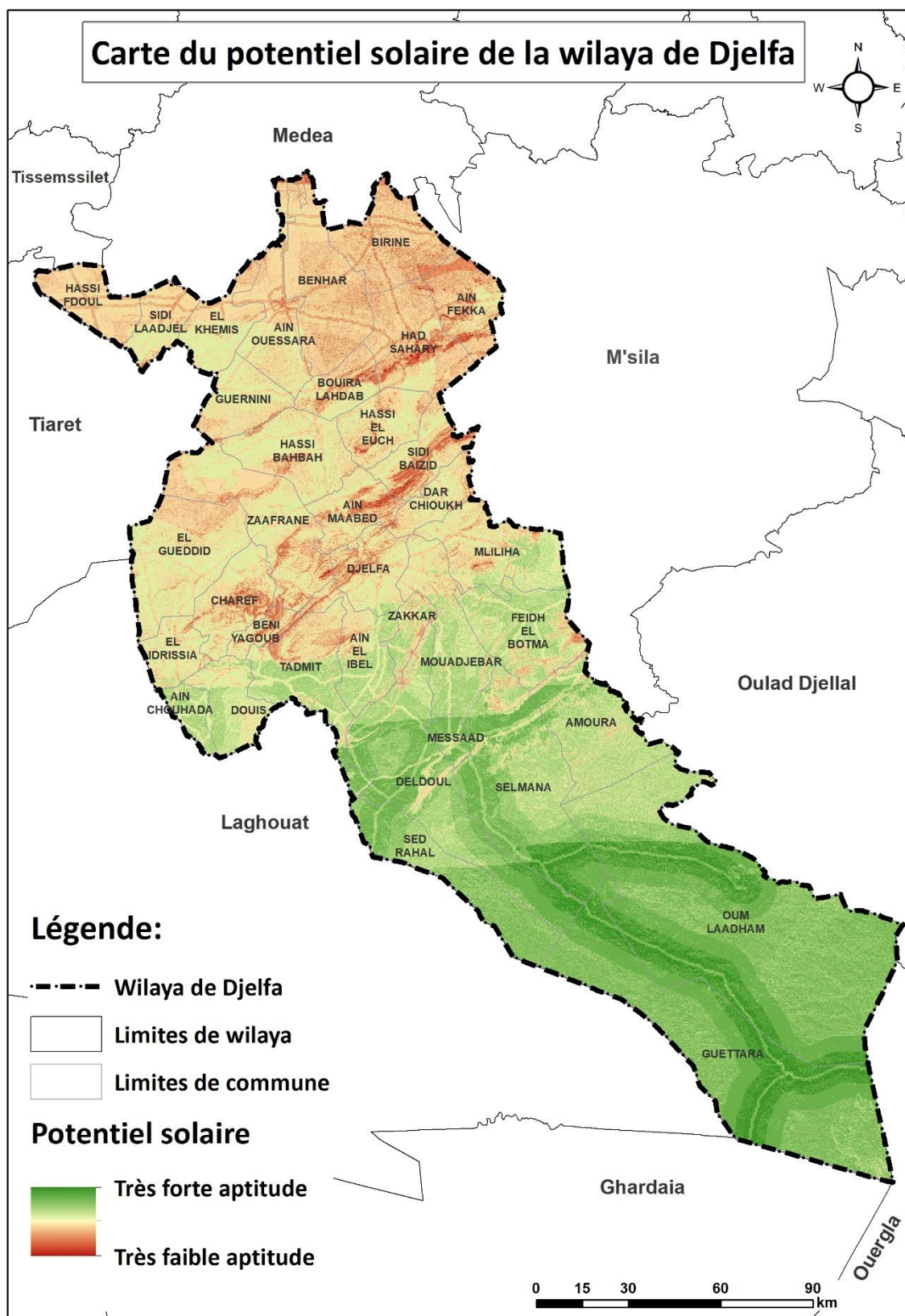
L'analyse multicritère appliquée à la sélection des sites solaires repose sur une hiérarchisation des variables climatiques, morphologiques et territoriales. Les critères retenus — occupation du sol, orientation des versants, rayonnement solaire moyen annuel, pente et réseau routier — ont été reclassés selon une échelle d'aptitude à l'implantation photovoltaïque. Cette démarche permet de produire une carte finale de potentiel solaire fondée sur des critères explicites, comparables et scientifiquement justifiables.

Figure 22 : Carte de reclassification des critères d'évaluation spatiale selon la méthode AHP.



Source : Réalisé par l'étudiante sous environnement SIG.

Figure 23:



Source : Réalisé par l'étudiante sur la base des résultats de l'analyse multicritère (SIG-AHP)

#### 4.1.4 Comparaison avec les autres wilayas algériennes :

Pour situer précisément la valeur stratégique de Djelfa, il convient d'établir une comparaison technique rigoureuse avec les régions du littoral (Alger, Oran) et les pôles solaires du Grand Sud (Adrar, Tamanrasset). Cette analyse comparative met en lumière le potentiel spécifique des Hauts Plateaux. (Kabouche, Farouk Chellali, & Abdelmadjid Recioui, 2021)

**Tableau 44: Comparaison des paramètres techniques et du potentiel solaire moyen dans différentes régions climatiques d'Algérie (Littoral, Hauts Plateaux et Sahara)**

Paramètre Technique	Alger (Littoral)	Oran (Littoral)	Djelfa (Hauts Plateaux)	Adrar (Sahara)	Tamanrasset (Sahara)
Insolation Moyenne (h/jour)	7,26	~7,40	8,22	9,59	9,60
Densité Énergétique (kWh/m <sup>2</sup> /j)	4,66	4,80	5,21	7,26	7,30
Énergie Annuelle (kWh/m <sup>2</sup> /an)	~1700	~1750	~1900	~2650	~2700
Indice de Clarté moyen (Kt)	0,55	0,58	0,65	0,72	0,74

Source : Synthèse des données basées sur les publications du CDER et les études de modélisation MSG2

➤ Analyse de la Position de Djelfa : Le Compromis Idéal :

1. **Supériorité face au Littoral** : Djelfa surpasse Alger et Oran d'environ 12 à 15% en termes de densité énergétique quotidienne. Cette différence est principalement due à l'altitude. En étant à plus de 1000 mètres d'altitude, Djelfa bénéficie d'une couche atmosphérique plus mince, ce qui réduit la diffusion moléculaire de Rayleigh et l'absorption par les gaz lourds concentrés en basse altitude. De plus, l'absence de l'humidité maritime persistante qui caractérise Alger (70-80% en moyenne) permet à Djelfa d'afficher une fraction de rayonnement direct beaucoup plus élevée, ce qui est bénéfique pour le rendement des modules au silicium cristallin.
2. **Efficacité face au Grand Sud** : Bien que les sites d'Adrar ou de Tamanrasset disposent d'un gisement brut supérieur d'environ 39%, Djelfa présente des avantages opérationnels qui réduisent l'écart de production réelle :
  - **Coefficient de Température** : La température est l'"ennemi" du photovoltaïque. À Adrar, les températures ambiantes dépassant 45°C portent la température des cellules à plus de 70°C, entraînant une chute drastique de la tension de sortie. À Djelfa, le climat plus frais des Hauts Plateaux permet aux modules de fonctionner plus près de leurs conditions standards de test (STC), offrant ainsi un rendement énergétique effectif supérieur par watt-crête installé (kWh/kWp).
  - **Phénomènes de Salissure (Soiling)** : Les régions du Grand Sud sont soumises à une fréquence élevée de tempêtes de sable et de dépôts de poussières fines. Ces dépôts occultent la surface active des panneaux et peuvent causer des pertes de 20 à 30% si le nettoyage n'est pas quotidien. À Djelfa, bien que le risque de poussière existe, il est moins sévère et souvent atténué par des pluies sporadiques qui assurent un auto-nettoyage partiel, réduisant les coûts de maintenance pour les populations rurales isolées.
3. **Infrastructures et Électrification Rurale** : La proximité de Djelfa avec les centres de consommation et les réseaux de transport facilite la mise en œuvre de projets hybrides. Contrairement au Grand Sud où les distances imposent des coûts logistiques prohibitifs, Djelfa permet un déploiement plus agile de systèmes PV décentralisés pour les fermes et les hameaux isolés, en s'appuyant sur les programmes nationaux comme ceux initiés par Sonelgaz (2000 MW d'ici 2024).

## 4.2 Projets photovoltaïques réalisés dans la wilaya :

Le secteur de l'énergie en Algérie traverse une phase de mutation structurelle sans précédent, marquée par une volonté politique de diversifier le mix énergétique national et de réduire la dépendance historique aux hydrocarbures. Dans ce contexte, la Wilaya de Djelfa s'est imposée comme un territoire stratégique pour le déploiement des énergies renouvelables, bénéficiant d'un positionnement géographique privilégié sur les Hauts Plateaux et d'un gisement solaire parmi les plus performants du pays. L'intégration des technologies photovoltaïques dans cette région ne répond pas seulement à des impératifs techniques de production d'électricité, mais s'inscrit dans une démarche globale de développement local, touchant à l'électrification rurale, à la modernisation de l'agriculture et à l'innovation académique. La période 2020-2026 témoigne d'une accélération des investissements, portée par des programmes nationaux d'envergure tels que le projet « 2000 MW » et la prise en charge des « zones d'ombre », faisant de Djelfa un laboratoire à ciel ouvert pour la transition énergétique algérienne. (MINISTERE DE L'INTERIEUR, DES COLLECTIVITES LOCALES ET DES TRANSPORTS, 2026) (CERFE, 2020) (CDER, 2026)

#### 4.2.1. Centrale photovoltaïque de Aïn El-Ibel (53 MW, 2016) :

La centrale de Aïn El-Ibel, située dans le sud de la wilaya, représente l'une des infrastructures de production d'énergie solaire les plus significatives de la région. Avec une capacité totale installée de 53 MW répartie sur une superficie de 120 hectares, ce projet illustre la maturité technique atteinte par la filiale SKTM groupe Sonelgaz. Son rôle dans l'équilibre énergétique national est devenu crucial durant la période 2020-2026, période marquée par une augmentation de la demande intérieure et des ambitions d'exportation d'énergie décarbonée. (OTECE Engineering, 2026) (CDER, 2026) (Sonelgaz, 2023)

##### 4.2.1.1. Architecture technique et performances opérationnelles :

La centrale a été conçue selon une architecture modulaire, se divisant en deux unités principales de 20MW et 33MW. Ce choix permet une flexibilité accrue lors des opérations de maintenance et garantit une continuité de service même en cas d'intervention sur l'une des sous-stations. L'équipement repose sur des technologies de pointe adaptées aux conditions climatiques semi-arides de Djelfa, caractérisées par des températures élevées et une présence significative de poussière. (Centrale solaire d'Ain El Ebel, 2026)

Tableau 45: Caractéristiques techniques de centrale photovoltaïque de Aïn El-Ibel

Paramètre technique	Spécification de l'installation
Capacité installée totale	53 MW
Emprise foncière	120 Hectares
Technologie des panneaux	Silicium polycristallin
Type de support	Structures fixes
Configuration des onduleurs	Unités de 500 kW
Transformation électrique	Postes 0.4/30 kV
Capacité de transformation	1 MVA par transformateur
Points d'évacuation	2 postes de 30 kV

Source : centrale photovoltaïque de Aïn El-Ibel

L'utilisation du silicium polycristallin est justifiée par sa robustesse et son rendement stable face aux variations thermiques diurnes et nocturnes de la steppe. Les onduleurs de 500 kW assurent la conversion de l'énergie continue produite par les champs solaires en courant alternatif, lequel est ensuite élevé à une tension de 30 kV pour être injecté dans le réseau de distribution. Les études de performance réalisées entre 2020 et 2023 indiquent que la centrale bénéficie d'une irradiation horizontale globale (GHI) exceptionnelle, ce qui permet d'atteindre des facteurs de charge conformes aux prévisions initiales, contribuant ainsi à la stabilité du réseau régional. (Centrale solaire d'Ain El Ebel, 2026) (CEREFÉ, 2020) (Boutelli, A. Djafour, & Mohammed Bilal Danoune, 2022)

#### **4.2.1.2. Intégration au réseau et renforcement de la dorsale électrique :**

Le rôle de la centrale de Aïn El-Ibel ne peut être dissocié du renforcement massif des infrastructures de transport électrique dans la Wilaya de Djelfa. En septembre 2020, la mise en service du poste stratégique 400/200 kV d'Aïn Ouessara a marqué une étape décisive pour l'évacuation de l'énergie. Cet ouvrage, qui fait partie de la dorsale électrique Nord-Sud de l'Algérie, permet non seulement de sécuriser l'alimentation des wilayas limitrophes mais aussi d'intégrer les futures capacités de production solaire à grande échelle prévues dans les programmes « Solar 1000 MW » et « 2000 MW ». ( Sonelgaz, 2020) (CDER, 2026)

L'interconnexion régionale est renforcée par d'autres projets, tels que les postes sources 60/30 kV de Hassi Bahbah et de Bahrara, dont l'avancement des travaux atteignait respectivement 60 % et 77 % fin 2020. Cette densification du réseau de transport est essentielle pour absorber l'intermittence de l'énergie photovoltaïque. La stratégie du ministère de l'Énergie prévoit par ailleurs que la centrale de Djelfa, complétée par la réception de la centrale à cycle combiné de 1260 MW prévue pour août 2026, devienne un hub énergétique hybride capable de soutenir les ambitions d'exportation vers la Tunisie et l'Europe via l'Italie. ( Sonelgaz, 2020) (CDER, 2026) (Sonelgaz, 2023)

#### **4.2.1.3. Bilan d'exploitation actuel (2020-2026) :**

L'exploitation de la centrale de Aïn El-Ibel s'inscrit dans un contexte national où la production d'électricité a atteint 95 181 GWh avec une capacité installée globale dépassant les 26 000 MW. Durant la période sous revue, la centrale a maintenu un taux de disponibilité élevé grâce à une transformation numérique des processus de maintenance engagée par Sonelgaz. L'utilisation d'applications pour le contrôle à distance et la notification en temps réel des pannes a permis d'optimiser le temps moyen de réparation (MTTR) et d'augmenter le rendement annuel de l'installation. (CDER, 2026) (sonelgaz, 2026)

L'impact de la centrale sur l'économie locale est multidimensionnel. En plus de fournir une énergie propre, elle a favorisé l'émergence d'une expertise locale dans la gestion des grandes infrastructures photovoltaïques. Cette expérience est aujourd'hui valorisée dans le cadre des nouveaux contrats EPC (Engineering, Procurement and Construction) signés en mars 2024 pour les projets solaires d'envergure, consolidant la place de Djelfa comme pôle d'excellence énergétique. (sonelgaz, 2026)

#### **4.2.2. Électrification rurale et systèmes photovoltaïques autonomes (Off-grid) :**

Parallèlement aux grandes centrales raccordées au réseau, la Wilaya de Djelfa a bénéficié d'un effort sans précédent en faveur de l'électrification des zones isolées par le biais de systèmes photovoltaïques autonomes. Cette initiative répond directement aux orientations du Président de la République concernant la prise en charge des « zones d'ombre », ces territoires ruraux ou montagneux souffrant d'un déficit d'accès aux services de base. (MINISTERE DE L'INTERIEUR, DES COLLECTIVITES LOCALES ET DES TRANSPORTS, 2026)

#### 4.2.2.1. Recensement des projets destinés aux zones d'ombre :

Sous l'impulsion de la Direction de l'Énergie et des Mines (DEM) de Djelfa et du Ministère de l'Intérieur (MICALAT), un programme de raccordement par kits solaires individuels a été déployé pour les foyers non raccordables au réseau conventionnel. À l'échelle nationale, ce programme a permis l'électrification de 5 812 foyers isolés. Pour la Wilaya de Djelfa, le programme complémentaire de développement inscrit en 2023 et 2024, doté d'une enveloppe de 184,784 milliards DA pour 431 opérations, inclut un volet substantiel pour l'amélioration des conditions de vie rurale. (MINISTERE DE L'INTERIEUR, DES COLLECTIVITES LOCALES ET DES TRANSPORTS, 2026)

**Tableau 46: Applications des systèmes photovoltaïques Off-grid et impacts réalisés aux niveaux nationaux et régional**

Application des systèmes Off-grid	Impact et réalisations (National/Régional)
Kits solaires pour foyers isolés	5 812 foyers raccordés à fin 2023
Électrification des écoles primaires	1 163 écoles ciblées (79 % réalisées)
Éclairage public solaire	62 018 points lumineux en 2023
Puissance installée kits isolés	23,06 MW (48,2 % du parc hors réseau)

Source : (CEREFÉ), *Bilan des réalisations dans le domaine des énergies renouvelables en Algérie 2020-2023, 2024.*

Le bilan au 31 juillet 2023 montre une exécution rigoureuse : sur 1 659 foyers prévus pour un raccordement solaire spécifique aux zones d'ombre à l'échelle nationale, 1 319 ont été livrés, représentant un taux de réalisation de 80 %. Ces kits solaires, mobiles ou fixes, sont particulièrement adaptés au mode de vie des populations nomades de la steppe de Djelfa, leur fournissant l'énergie nécessaire pour l'éclairage, la recharge de dispositifs de communication et la conservation de produits sensibles. (CEREFÉ, 2023) (MINISTERE DE L'INTERIEUR, DES COLLECTIVITES LOCALES ET DES TRANSPORTS, 2026)

#### 4.2.2.2. Éclairage public performant et sécurité locale :

La modernisation de l'éclairage public constitue un autre axe majeur de la stratégie de la DEM de Djelfa. Le passage progressif des lampes à sodium vers des candélabres photovoltaïques équipés de technologie LED a permis une réduction drastique de la consommation énergétique des collectivités locales. Le parc national d'éclairage public solaire est passé de 13 723 points lumineux en 2020 à 62 018 en 2023. (MINISTERE DE L'INTERIEUR, DES COLLECTIVITES LOCALES ET DES TRANSPORTS, 2026)

Cette transition technologique s'accompagne d'un bénéfice environnemental notable. L'installation de poteaux solaires dans les nouveaux projets urbains et ruraux a permis d'éviter l'émission de 176 541 tonnes de CO<sub>2</sub> annuellement à l'échelle du pays. Dans la wilaya de Djelfa, ces installations sont visibles le long des axes routiers stratégiques et dans les nouveaux pôles urbains d'Aïn Ouessara et de Hassi Bahbah, contribuant à la sécurité des usagers et à l'embellissement du cadre de vie. (MINISTERE DE L'INTERIEUR, DES COLLECTIVITES LOCALES ET DES TRANSPORTS, 2026) ( Sonelgaz, 2020) (Djelfa : 11 projets de recherche de l'université Ziane Achour obtiennent le label « Projet innovant », 2025)

### **5.2.2.3. Électrification solaire des écoles en zone rurale :**

L'accès à l'énergie dans les écoles primaires des villages isolés de Djelfa a été identifié comme un levier fondamental pour lutter contre l'abandon scolaire. Le programme national, qui a mobilisé une enveloppe de 4,07 milliards DA, a déjà permis de réceptionner 914 écoles. À Djelfa, ces installations solaires permettent l'utilisation de matériels didactiques modernes et assurent le confort thermique des élèves durant les mois d'hiver rigoureux, caractéristiques du climat steppique. Le Commissariat aux Énergies Renouvelables et à l'Efficacité Énergétique (CEREFÉ) souligne que ces installations « hors réseau » représentent désormais 10,1 % de la capacité totale en énergies renouvelables du pays à fin 2023, contre seulement 6 % en 2019. (CEREFÉ, 2023) (MINISTERE DE L'INTERIEUR, DES COLLECTIVITES LOCALES ET DES TRANSPORTS, 2026)

### **4.2.3. Pompage solaire agricole :**

L'analyse de l'adoption du pompage photovoltaïque pour l'irrigation agricole dans la wilaya de Djelfa nécessite de comprendre les dynamiques agro-écologiques, énergétiques et institutionnelles de cette région. La wilaya de Djelfa est située entre le Tell au nord et le Sahara au sud, et elle connaît une mutation importante. Le modèle économique traditionnel, basé sur un pastoralisme extensif et nomade, laisse place à une agriculture intensive qui utilise beaucoup d'irrigation. Dans ce contexte, il est important de revoir la façon dont l'énergie est produite et utilisée localement. L'énergie solaire photovoltaïque, en particulier pour le pompage de l'eau, n'est plus juste une option expérimentale, mais devient un élément clé pour assurer la sécurité alimentaire, la protection de l'environnement et le maintien des populations rurales.

#### **4.2.3.1. Mutations Agro-Écologiques et État des Lieux de l'Électrification Rurale :**

La wilaya de Djelfa gère un foncier agricole colossal s'étendant sur environ 2 501 093 hectares, au sein duquel la Surface Agricole Utile (SAU) représente près de 378 665 hectares. Cette immensité territoriale se heurte à des défis climatiques sévères, marqués par une aridité structurelle, une pluviométrie erratique et des amplitudes thermiques extrêmes. Malgré ces contraintes, la région a connu, au cours des dernières années, un élan quantitatif et qualitatif

remarquable, la hissant au rang de pôle agricole régional et national stratégique. ([La voie d'algerie, 2026](#)) ([MOULOU D & SILEMI ALI, 2018](#))

Les statistiques récentes de la Direction des Services Agricoles (DSA) illustrent un engouement sans précédent pour des cultures à haute valeur ajoutée, mais intrinsèquement hydrovores. La wilaya consacre désormais des superficies considérables à la culture de la pomme de terre, avec environ 6 000 hectares mobilisés pour la production tardive et 3 200 hectares alloués à la production saisonnière. Parallèlement, l'oléiculture a enregistré une expansion fulgurante, la superficie plantée en oliviers étant passée de 9 000 à 11 000 hectares entre les seules années 2021 et 2022. Cette intensification agricole engendre mécaniquement une augmentation exponentielle de la demande en eau d'irrigation et, par voie de conséquence, une demande énergétique critique pour l'extraction de cette ressource souterraine. ([La voie d'algerie, 2026](#))

Pour répondre à cette urgence, les pouvoirs publics ont initié un programme national massif de raccordement des exploitations agricoles au réseau électrique conventionnel. Lancé en 2022, ce programme a propulsé la wilaya de Djelfa au premier rang national en la matière. Sur un total de 18 000 demandes enregistrées et minutieusement approuvées par les services agricoles locaux (DSA), plus de 12 000 exploitations ont été raccordées au réseau électrique de Sonelgaz. Ces opérations d'envergure ont touché de nombreuses communes, à l'image des raccordements récents de 133 exploitations dans les communes de Lakhmis et El Guernini, situées dans la frange nord de la wilaya. Cette dynamique s'inscrit dans un vaste programme de développement, suivi au plus haut niveau de l'État, visant à améliorer la qualité du service public, à renforcer les infrastructures énergétiques et à accompagner les investisseurs pour créer une véritable valeur ajoutée locale. À l'échelle nationale, cet effort s'intègre dans un bilan global dépassant les 100 000 exploitations agricoles raccordées au réseau depuis 2020. ([La voie d'algerie, 2026](#)) ([Eco Times 2024, 2026](#)) ([L'echo D'ALGERIE, 2026](#)) ([Eco Times 2024, 2026](#))

Cependant, cette indéniable réussite logistique et infrastructurelle met en exergue une réalité territoriale complexe. Les quelque 6 000 exploitations restantes, ainsi que les innombrables points d'eau pastoraux (puits et forages profonds), se situent majoritairement dans des zones géographiquement isolées, hyper-arides et extrêmement éloignées des lignes de moyenne tension du réseau de Sonelgaz. Pour ces infrastructures périphériques, le coût d'extension du réseau électrique conventionnel devient prohibitif et techniquement irrationnel. C'est précisément dans cette vaste "fracture infrastructurelle" que l'électrification rurale décentralisée par voie photovoltaïque trouve sa justification absolue. ([L'echo D'ALGERIE, 2026](#))

#### **4.2.3.2. Modélisation Technique, Dimensionnement et Ingénierie des Systèmes :**

Le déploiement technique des systèmes de pompage solaire dans la wilaya de Djelfa ne relève pas de la simple juxtaposition de composants, mais exige une maîtrise rigoureuse de l'ingénierie hydraulique, de la mécanique des fluides et de la conversion électrotechnique. Les conditions hydrogéologiques de la région se caractérisent par des nappes phréatiques souvent profondes, nécessitant des pompes immergées capables de vaincre des Hauteurs Manométriques Totales (HMT) importantes. ([MOULOU D & SILEMI ALI, 2018](#))

La technologie repose sur une chaîne de conversion précise : le captage du rayonnement solaire (irradiance) par des modules photovoltaïques en silicium (poly ou monocristallin) génère un courant continu (DC) par effet photoélectrique. Ce courant est ensuite régulé et converti par un onduleur (inverter) ou un variateur de fréquence solaire en courant alternatif (AC), généralement triphasé, pour alimenter le moteur asynchrone de la pompe immergée. (OTEC Engineering, 2026) (Moodle djelfa, 2026)

L'analyse de la mécanique des fluides au sein des pompes centrifuges, massivement utilisées pour l'irrigation, est régie par l'équation d'Euler pour les turbomachines. Selon les modèles enseignés et étudiés localement, le transfert d'énergie entre le rotor muni d'aubes et le fluide (l'eau) s'articule autour de la variation d'énergie cinétique (énergie d'action), de la variation d'énergie due aux forces centrifuges, et de la variation d'énergie liée aux vitesses relatives de l'écoulement. La formalisation mathématique de ce transfert d'énergie spécifique s'exprime par la charge hydrodynamique totale : (Mahammedi, 2024)

$$H = \frac{C_2^2 - C_1^2}{2g} + \frac{U_2^2 - U_1^2}{2g} + \frac{W_2^2 - W_1^2}{2g}$$

Où :

- H : la hauteur d'énergie ou *hauteur de charge* (head), exprimée en mètres (m).
- C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> : les vitesses absolues du fluide aux points 1 et 2 (m/s).
- U<sub>1</sub>, U<sub>2</sub> : les vitesses périphériques (ou vitesses de rotation) liées à la roue/turbine aux points 1 et 2 (m/s).
- W<sub>1</sub>, W<sub>2</sub> : les vitesses relatives du fluide par rapport aux aubes aux points 1 et 2 (m/s).
- g : l'accélération de la pesanteur ( $\approx 9,81 \text{ m/s}^2$ ).

Cette équation fondamentale dicte la capacité de la pompe à vaincre la gravité et les pertes de charge linéaires et singulières du réseau de tuyauterie pour extraire l'eau de la nappe. (Mahammedi, 2024)

Pour illustrer l'application concrète de cette ingénierie dans la wilaya de Djelfa, une étude de cas détaillée de dimensionnement a été réalisée pour une exploitation maraîchère de 4 hectares située dans la commune d'Aïn Oussara. Le site se caractérise par des températures de fonctionnement estivales élevées (25°C à 40°C) et un gisement solaire favorable. (MOULOUD & SILEMI ALI, 2018)

Tableau 47: Synthèse du dimensionnement d'un système de pompage photovoltaïque pour une exploitation maraîchère à Aïn Oussara (Wilaya de Djelfa).

Paramètre de Conception	Spécification Technique (Cas d'Aïn Oussara)
Profil de la culture	Maraîchage sur 4 hectares (Terre agricole)
Besoins hydriques journaliers	80 m <sup>3</sup> /jour (soit 20 m <sup>3</sup> /hectare/jour)
Profondeur d'immersion de la pompe	70 mètres
Hauteur du réservoir de stockage	40 mètres
Hauteur Manométrique Totale (HMT)	110 mètres (incluant pertes de charge)
Puissance nominale de la pompe	11 kW (11 000 Watts)
Modules Photovoltaïques (PV)	60 Panneaux (Caractéristiques : 250 W, 37 V, 8.83 A)
Configuration du champ solaire	3 chaînes (strings) en parallèle, composées chacune de 20 panneaux en série
Onduleur / Contrôleur de puissance	11 kW (Plage de tension d'entrée : 550 V - 750 V)
Système de régulation et sécurité	3 capteurs de niveau (2 sur la pompe pour éviter la marche à sec, 1 dans le réservoir)

Source : Dimensionnements d'un Système Photovoltaïque Pompage Solaire 2018

Ce dimensionnement met en évidence une stratégie d'ingénierie cruciale : le pompage "au fil du soleil" couplé à un stockage gravitaire de l'eau. Dans ce paradigme, le système s'affranchit totalement de l'utilisation de batteries électrochimiques (plomb-acide ou lithium-ion). Le stockage de l'énergie électrique, excessivement coûteux, techniquement fragile face

aux températures sahariennes, et polluant en fin de vie, est remplacé par le stockage physique de l'eau dans des réservoirs, des châteaux d'eau ou des bassins géomembranes de grande capacité. Cette "batterie hydraulique" permet d'accumuler l'eau pompée durant les heures de fort ensoleillement pour une distribution ultérieure, notamment pour l'irrigation par goutte-à-goutte en fin de journée ou durant la nuit, optimisant ainsi l'efficacité hydrique et limitant l'évapotranspiration. (MOULOUD & SILEMI ALI, 2018) (SAYAH, 2020)

L'écosystème technique local s'est fortement structuré pour accompagner cette demande technologique de plus en plus pointue. Des PME locales, à l'instar de l'EURL Djelfa Pompes, émergent comme des acteurs incontournables dans la fourniture, l'installation et la maintenance d'équipements hydrauliques, de groupes électrogènes de secours, et surtout de pompes à eau à énergie solaire de marques réputées (telles que Panelli). La présence d'un réseau d'installateurs locaux qualifiés garantit une réactivité essentielle pour le service après-vente, la moindre panne de pompage en période estivale pouvant entraîner la perte totale d'une récolte. (djelfa pompes, 2026)

#### **4.2.4 Projets pilotes et expérimentaux de l'Université Ziane Achour de Djelfa :**

L'Université de Djelfa ne se cantonne pas à une recherche académique abstraite ; elle agit comme un véritable incubateur technologique visant à résoudre les problématiques locales. Les axes stratégiques de ses chercheurs convergent vers l'optimisation des systèmes énergétiques en milieux hostiles (fortes chaleurs, poussière, vents de sable), l'efficacité de la gestion de l'eau, et la valorisation des produits agricoles. Cette démarche d'investigation est formalisée à travers des appels à projets nationaux, l'animation de laboratoires de pointe, et la soutenance de thèses de doctorat et de mémoires de master qui testent, modélisent et perfectionnent les équipements solaires, éoliens et hydrauliques.

##### **4.2.4.1. Recensement et Analyse des Programmes Nationaux de Recherche (PNR) :**

L'engagement concret de l'Université Ziane Achour se cristallise de manière éclatante à travers la conduite de plusieurs Programmes Nationaux de Recherche (PNR), dont les livrables et prototypes sont orientés vers le transfert technologique immédiat en milieu rural. L'analyse exhaustive de ces projets met en exergue une convergence entre l'ingénierie des énergies renouvelables, l'intelligence artificielle (IA), l'Internet des Objets (IoT) et la mécanique des fluides. (univ-djelfa, 2026)

Tableau 48: Synthèse analytique des Programmes Nationaux de Recherche (PNR) appliqués aux secteurs agricole et énergétique à l'Université Ziane Achour de Djelfa (Horizon 2026).

Intitulé du Projet PNR à l'Université de Djelfa	Chef de Projet	Finalités Technologiques et Impacts sur le Milieu Rural
<b>Conception et réalisation d'un système de pompage et d'irrigation autonome alimenté par énergie solaire</b>	Pr. Laaroussi Kouider	Projet cardinal s'inscrivant dans la lutte contre la désertification et l'érosion hydrique. vise à quantifier l'érosion des sols steppiques fragiles et à implémenter un système d'irrigation solaire intelligent, autonome et économe en eau, spécifiquement calibré pour les zones non raccordées de la wilaya. Le chercheur explore également les commandes avancées (Fuzzy Logic) pour stabiliser l'électronique de puissance.
<b>Conception et réalisation d'un système de séchage solaire thermique-photovoltaïque intelligent pour les produits agroalimentaires</b>	Pr. Kouzou Abdallah	Réponse technologique aux pertes post-récolte (très fréquentes pour l'arboriculture et le maraîchage local en raison du manque de chaînes de froid). Le prototype combine l'énergie solaire thermique (pour le flux de chaleur) et le photovoltaïque (pour actionner la ventilation forcée et les capteurs). Le contrôle intelligent régule le processus de déshydratation, assurant la conservation et augmentant la valeur marchande des récoltes.
<b>Cartographie et système connecté intelligent (IoT) pour la surveillance des ruches d'abeilles</b>	Dr. Nouri Nabil	Intégration de l'agriculture de précision dans la steppe. Utilisation de capteurs IoT autonomes en énergie pour monitorer en temps réel la température, l'humidité et les risques exogènes pesant sur les ruches. Les données sont spatialisées via un SIG (Système d'Information Géographique). Objectif : lutter contre l'effondrement des colonies, optimiser la transhumance apicole et moderniser la filière miel.
<b>Conception et réalisation d'une couveuse d'œufs intelligente</b>	Pr. Boudiaf Mohamed	Soutien direct à l'apiculture, secteur en pleine expansion à Djelfa. Développement d'un prototype d'incubation automatisé utilisant des algorithmes de contrôle stricts pour maintenir les paramètres hygrométriques et thermiques, maximisant le taux d'éclosion, avec une conception apte à l'hybridation énergétique.

Intitulé du Projet PNR à l'Université de Djelfa	Chef de Projet	Finalités Technologiques et Impacts sur le Milieu Rural
Conception d'un système de récupération de chaleur fatale d'échappement des turbines à gaz pour l'autoproduction électrique	Pr. Hafaiifa Ahmed	Orienté vers le secteur parapétrolier et gazier très présent dans le Sud et les Hauts-Plateaux (stations de compression Sonatrach). Projet de cogénération visant à capter l'énergie thermique dissipée dans les gaz d'échappement pour générer de l'électricité, illustrant une approche d'efficacité énergétique industrielle de très haut niveau.

Source : Projets de recherche - Université Ziane Achour de Djelfa

Le projet piloté par le Professeur Laaroussi Kouider est particulièrement emblématique de la symbiose entre hydraulique et préservation des écosystèmes. Il ne s'agit pas uniquement de dimensionner des champs photovoltaïques, mais de concevoir des systèmes de pompage dont le régime d'extraction et de distribution d'eau (irrigation localisée) agit comme un outil de fixation mécanique des sols, réduisant l'érosion hydrique par ruissellement qui ravage les terrains dénudés de la steppe. En parallèle, les travaux d'autres chercheurs de l'université, tels que le Dr. Azlaoui Mohamed, viennent sécuriser l'approche hydrogéologique. Spécialiste de la dynamique des fluides et de la qualité des eaux dans la région saharienne et de la plaine d'Aïn Oussara, il mène des études comparatives cruciales sur les performances des systèmes de pompage PV appliqués aux puits pastoraux. Ses recherches alertent et modélisent les effets de la surexploitation des systèmes aquifères, garantissant que l'introduction du pompage solaire, parce qu'il est gratuit à l'usage, ne se traduise pas par un pompage excessif et un assèchement dramatique des nappes. (univ-djelfa, 2026) (Mohamed, Salah Karef, Foufou Atif, & Zeddouri Aziez, 2026)

#### 4.3 Adéquation potentiel solaire / besoins énergétiques ruraux :

##### 4.3.1. Évaluation du potentiel de puissance installable par commune :

Le potentiel de puissance installable (MWp) dans les communes rurales de Djelfa dépend étroitement de la disponibilité foncière et des Plans d'Occupation des Sols (POS). L'expérience de la centrale solaire d'Ain El Ibel, inaugurée avec une capacité initiale de 20 MWc sur une surface de 40 hectares, fournit un ratio de référence technique : environ 0,5 MWc par hectare. Cette centrale a été ultérieurement étendue pour atteindre une capacité de 53 MWc, confirmant la viabilité des extensions modulaires sur le territoire de la wilaya. (OTEC Engineering, 2026)

L'analyse des données de la Direction de l'Énergie et des Mines (DEM) de Djelfa montre que les communes rurales disposent de vastes étendues de terres domaniales à faible valeur agricole, propices à l'installation de champs photovoltaïques. Cependant, l'intégration de ces systèmes doit respecter les zones de parcours steppiques essentielles au pastoralisme.

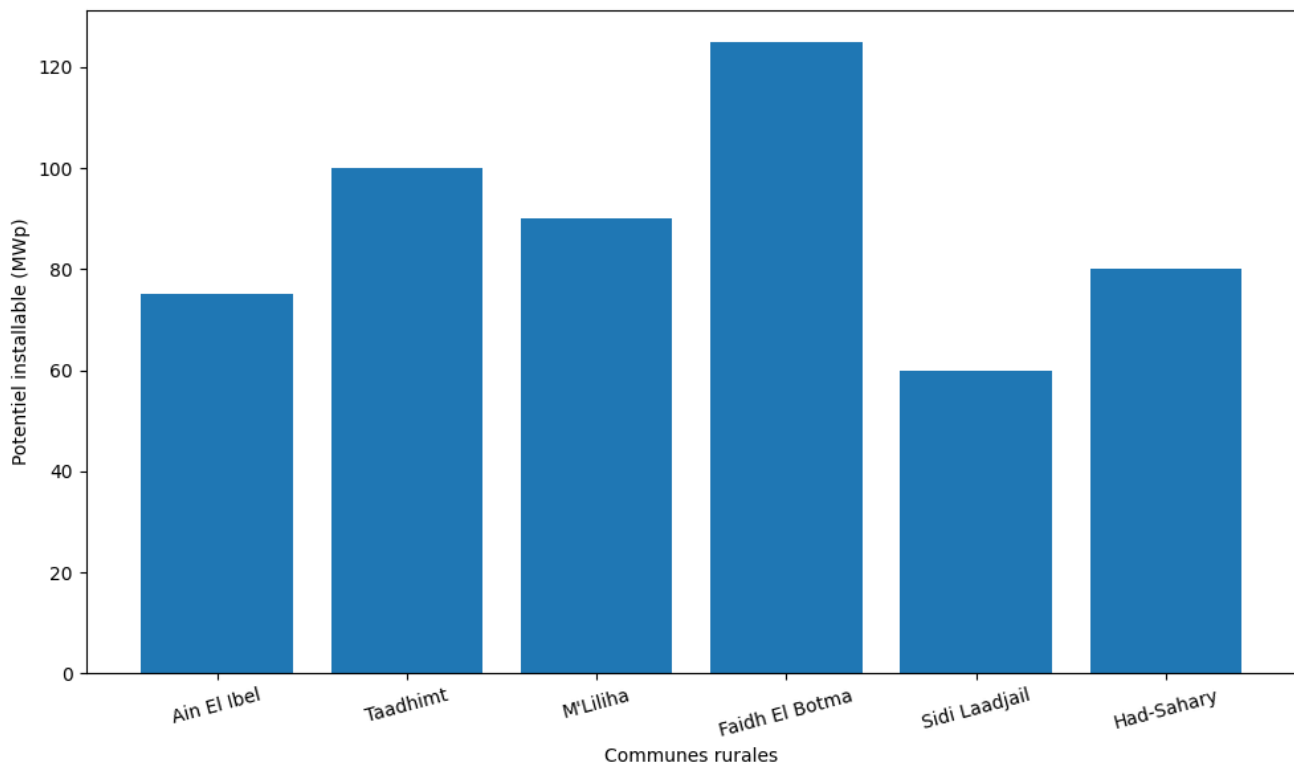
**Tableau 49: Estimation du potentiel photovoltaïque installable dans certaines communes rurales de l'ancienne wilaya de Djelfa**

<b>Commune Rurale</b>	<b>Surface Disponible Estimée (Ha)</b>	<b>Potentiel Installable (MWp)</b>	<b>Observations Géographiques</b>
Ain El Ibel	150	75	Zone de convergence, fort ensoleillement
Taadhimt	200	100	Plateaux ouverts, faible densité d'obstacles
M'Liliha	180	90	Proximité des zones de mise en valeur agricole
Faidh El Botma	250	125	Steppe rase, accès facile pour la maintenance
Sidi Laadjail	120	60	Zone isolée, fort potentiel pour l'off-grid
Had-Sahary	160	80	Zone de transition nord, relief modéré

Source : Réalisé par l'étudiante sur la base des études nationales sur le potentiel solaire en Algérie (CEREF, ONS, 2024).

Le potentiel total pour l'ensemble des communes rurales de la wilaya dépasse largement les besoins locaux, permettant non seulement l'autosuffisance mais aussi l'injection de surplus dans le réseau national interconnecté. La production d'électricité primaire issue des énergies renouvelables en Algérie a atteint 702 GWh en 2024, une performance encore modeste (moins de 1% du mix national) mais en phase de croissance structurelle sous l'impulsion du programme des 15 000 MW.

Figure 24: Potentiel photovoltaïque installable par commune rurale dans l'ancienne wilaya de Djelfa



Source : Réalisé par l'étudiante sur la base des études nationales sur le potentiel solaire en Algérie (CEREF, ONS, 2024).

#### 4.3.1.1 Contraintes foncières et occupation des sols (POS) :

L'utilisation des plans d'occupation des sols révèle que la majorité des sites favorables se situent en dehors des périmètres urbains et des zones forestières protégées. La Direction de l'Énergie et des Mines privilégie les sites à proximité des pistes existantes pour faciliter la logistique de construction et de maintenance. Pour les exploitations agricoles, l'installation de systèmes de pompage solaire sur les puits existants représente la forme de déploiement la plus efficace, car elle ne nécessite aucune emprise foncière supplémentaire, les panneaux étant souvent installés sur les toitures des hangars ou sur des structures au sol compactes.

#### 4.3.1.2. Besoins énergétiques ruraux et profil de consommation (2020-2026) :

L'estimation des besoins énergétiques est la pierre angulaire du dimensionnement technique. En milieu rural à Djelfa, la demande se scinde en deux catégories : les besoins domestiques des foyers et les besoins productifs des exploitations agricoles.

##### ➤ Profil de charge d'un foyer rural typique :

Un foyer rural moyen à Djelfa, composé de 5 à 8 personnes, consomme de l'électricité principalement pour l'éclairage, la conservation des aliments, la télévision et la recharge d'appareils mobiles. Contrairement aux zones urbaines, le chauffage est souvent assuré par des combustibles fossiles (GPL ou bois), bien que l'utilisation de climatiseurs en été devienne une norme croissante.

Selon les statistiques de la Banque Mondiale et de l'AIE adaptées au contexte algérien, la consommation d'électricité par personne a atteint environ 1 870 kWh/an en 2023. Pour un foyer rural, cette moyenne doit être ajustée à la baisse en raison de la sobriété des équipements, mais à la hausse par le nombre d'occupants.

**Tableau 50: Estimation des besoins énergétiques journaliers d'un ménage rural type alimenté par un système photovoltaïque autonome**

Type d'Équipement	Puissance (W)	Heures d'utilisation / jour	Énergie quotidienne (Wh/j)
Éclairage LED (10 points)	100	6	600
Réfrigérateur (Classe A+)	150	24 (Cycle 30%)	1080
Télévision et récepteur	120	5	600
Ventilateur / Petit confort	60	8	480
Divers (Chargeurs, radio)	50	4	200
<b>Total Journalier Estimé</b>			<b>2960 Wh/j (~3 kWh/j)</b>

Source : Réalisé par l'étudiante à partir des données de consommation domestique standardisées inspirées de (AIE) et de (PNUD).

Ce besoin de base de 3 kWh/j constitue le socle pour le dimensionnement des systèmes autonomes. Durant la période 2020-2026, on observe une légère augmentation de ce besoin liée à l'acquisition de nouveaux équipements électroménagers, rendue possible par la baisse des prix du matériel solaire. (Farid., 2026) (EVALUATION U4E PAR PAYS, 2019)

➤ Besoins des exploitations agricoles : Le cas du pompage :

L'agriculture steppique à Djelfa repose sur l'irrigation d'appoint. Le pompage de l'eau est le poste de consommation le plus énergivore. Une pompe de 5,5 kW (7,5 CV) fonctionnant 4 heures par jour consomme 22 kWh/j. Ce besoin spécifique nécessite des installations plus robustes, souvent dimensionnées entre 5 kWc et 10 kWc, pour garantir une autonomie de

pompage directe sans passage obligatoire par des batteries coûteuses, utilisant l'eau stockée dans des bassins comme réserve d'énergie.

#### 4.3.2. Dimensionnement technique des systèmes PV autonomes (Off-grid) :

Le dimensionnement d'un système photovoltaïque autonome doit garantir la continuité de service tout en optimisant le coût global. Pour la région de Djelfa, les paramètres environnementaux tels que la température ambiante et l'empoussièrement jouent un rôle déterminant.

##### 5.3.2.1. Paramètres de configuration du générateur photovoltaïque :

Pour couvrir un besoin journalier de 3 kWh avec une marge de sécurité, la puissance crête ( $P_C$ ) du générateur est calculée selon la formule :

$$P_C = \frac{E_{besion}}{Irradiation \times PR}$$

Où PR est le Performance Ratio (estimé à 0,75 en zone steppique pour tenir compte des pertes thermiques et de la poussière) et l'irradiation moyenne est de 5 kWh/m<sup>2</sup>/j.

$$P_C = \frac{3000}{5 \times 0,75} \approx 800 W_C$$

En pratique, pour assurer une charge correcte en hiver, les experts du CDER recommandent d'installer entre 1 kWc et 1,2 kWc pour un foyer type. (CDER, 2026) (Mohamed A. , 2018)

##### 4.3.2.2. Dimensionnement du stockage (Batteries) :

Le stockage est le composant le plus critique et le plus coûteux. Pour Djelfa, l'autonomie souhaitée est de 3 jours sans soleil.

La capacité de stockage ( $C_S$ ) en Ampère-heure (Ah) pour une tension de système de 24V est donnée par :

$$C_S = \frac{E_{besion} \times Autonomie}{V \times DOD \times \eta_{inv}}$$

Avec un DOD (Profondeur de décharge) de 50% pour les batteries Gel/Plomb et 80% pour le Lithium, et un rendement d'onduleur ( $\eta_{inv}$ ) de 90%.

Pour le Lithium (48V):

$$C_S = \frac{3000 \times 3}{48 \times 0,80 \times 0,90} \approx 260 Ah$$

L'évolution du marché entre 2022 et 2026 montre une transition rapide vers les batteries LiFePO<sub>4</sub> (Lithium Fer Phosphate), qui, malgré un coût initial plus élevé, offrent une durée de vie 4 à 5 fois supérieure aux batteries Gel traditionnelles dans les conditions de chaleur de la steppe. (CDER, 2024)

### 4.3. Analyse Coût-Bénéfice : Photovoltaïque décentralisé vs Extension du réseau :

La comparaison économique s'effectue entre l'investissement initial dans un kit solaire autonome et le coût de raccordement au réseau de distribution de Sonelgaz.

#### 4.3.1. Coûts actualisés des équipements solaires (2022-2026) :

Le marché algérien a connu une baisse des prix des modules photovoltaïques, compensée en partie par l'inflation des composants électroniques (onduleurs) et des batteries. (Farid., 2026) (futurepower, 2026)

**Tableau 51: Coûts moyens et durée de vie des principaux composants d'un système photovoltaïque autonome en Algérie (2024)**

Équipement	Capacité / Type	Prix Moyen 2024 (DZD)	Durée de vie estimée
Panneau Solaire	550 Wc Monocristallin	28 000 - 32 000	25 ans
Onduleur Hybride	3 kVA MPPT	85 000 - 110 000	10 ans
Batterie Gel	12V 200Ah	48 000 - 55 000	4 - 6 ans
Batterie Lithium	48V 100Ah (5 kWh)	220 000 - 280 000	12 - 15 ans
Structure & Câblage	Pour 1-2 kWc	40 000	25 ans

Source : Réalisé par l'étudiante à partir des données de marché des équipements photovoltaïques en Algérie (2024)

Pour un foyer rural nécessitant 1,5 kWc avec stockage lithium (5 kWh), le CAPEX total est estimé à environ 450 000 DZD. L'OPEX est minime (nettoyage) jusqu'au remplacement de l'onduleur ou des batteries.

#### 4.3.2. Coût moyen d'extension du réseau Sonelgaz :

L'extension du réseau électrique en milieu rural est une opération lourde. Les tarifs de Sonelgaz pour la période 2024-2026 reflètent les coûts réels de construction des infrastructures de distribution MT (Moyenne Tension) et BT (Basse Tension).

**Tableau 52: Estimation des coûts des infrastructures de raccordement électrique en milieu rural en Algérie (2025)**

Type d'Infrastructure	Coût estimé par km (Millions DZD)	Éléments inclus
Ligne BT (Aérienne)	1,8 - 2,5	Pylônes béton/acier, câbles torsadés
Ligne MT (Aérienne)	3,5 - 5,0	Isolateurs, supports, ingénierie <sup>1</sup>
Poste de transformation	1,5 - 2,0	Transformateur 160 kVA, protection H61
Études et raccordement	0,1 - 0,2	Frais administratifs et techniques

Source : Sonelgaz 2025

Les données de Sonelgaz montrent que pour un projet typique de raccordement d'un hameau isolé à 5 km du réseau existant, le coût global peut facilement dépasser les 20 millions de dinars. À cela s'ajoutent les pertes techniques en ligne, qui sont proportionnelles à la distance et réduisent l'efficacité globale du réseau. (Sonelgaz, 2026) (Khitouche, 2026)

#### 4.3.3. Comparaison des tarifs de l'électricité (CREG) :

L'utilisateur raccordé au réseau bénéficie des tarifs réglementés de la CREG, qui sont parmi les plus bas au monde grâce aux subventions de l'État sur le gaz naturel. (Global PetrolPrices, 2026) (Ministère des Hydrocarbures et des Mines, 2024)

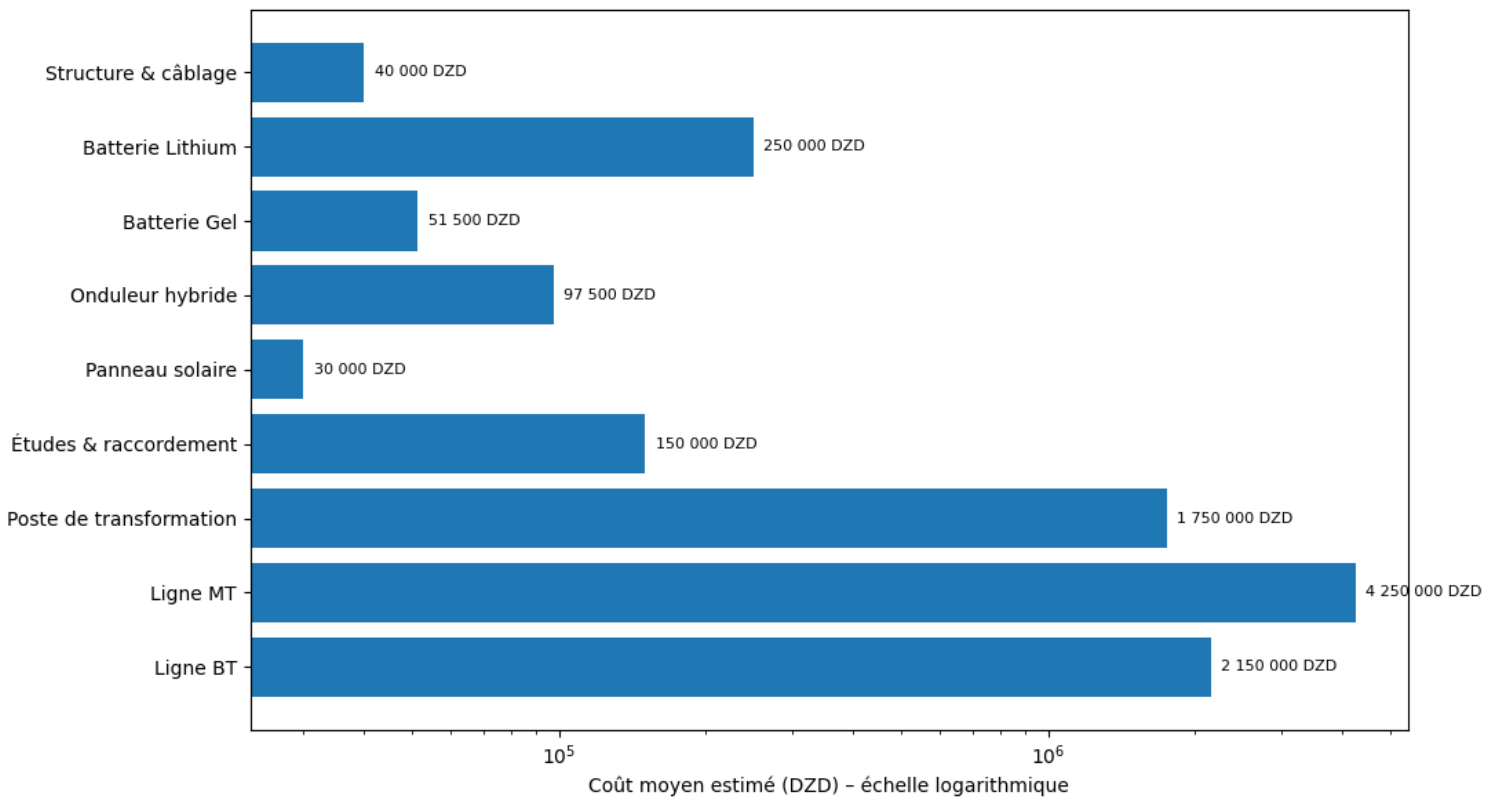
Tableau 53: Tarification de l'électricité basse tension pour les clients résidentiels en Algérie (CREG, 2024)

Tranche de consommation	Tarif Basse Tension (DZD/kWh)
Tranche 1 (< 125 kWh/trimestre)	1,77
Tranche 2 (125 - 250 kWh/trimestre)	4,17
Tranche 3 (250 - 1000 kWh/trimestre)	4,81
Tranche 4 (> 1000 kWh/trimestre)	5,47

Source : Grille tarifaire CREG 2024 pour les clients résidentiels

Cette tarification rend le réseau extrêmement attractif pour l'utilisateur final, mais représente un coût d'opportunité massif pour l'État. Le coût de production réel est estimé être 3 à 4 fois supérieur au prix de vente de la première tranche. (Abdelkader & Bendib Youcef, 2022)

**Figure 25: Comparaison des coûts estimatifs entre les infrastructures de raccordement électrique rural et les principaux composants d'un système photovoltaïque autonome**



Source : Réalisé par l'étudiante à partir des données techniques de Sonelgaz, des estimations du marché photovoltaïque en Algérie (2024) et des catalogues de fournisseurs spécialisés.

#### 4.4 Seuil de rentabilité : LCOE et Distance critique :

L'analyse de la rentabilité repose sur deux concepts : le coût actualisé de l'énergie (LCOE) et la distance critique à partir de laquelle le solaire devient plus avantageux que le réseau.

##### 4.4.1. Calculi du LCOE (Levelized Cost of Electricity):

Le LCOE du photovoltaïque en Algérie a chuté de plus de 85% entre 2010 et 2020. Pour un système autonome avec batteries à Djelfa, le LCOE se situe entre 0,12 et 0,15 €/kWh (soit environ 18-22 DZD/kWh). Bien que ce coût soit supérieur au tarif de la Tranche 4 de Sonelgaz, il doit être mis en perspective avec le coût total de l'extension du réseau pour la collectivité.

##### ➤ Détermination de la distance de rentabilité (Distance critique) :

La distance critique est le point d'équilibre où :

$$\text{Coût}_{PV} = \text{Coût}_{Extension} + \text{Coût}_{Consommation mise à jour}$$

Dans le contexte des communes rurales de Djelfa, les études techniques s'accordent sur les seuils suivants :

1. **Pour un foyer unique (3 kWh/j) :** La distance critique est de 500 mètres à 800 mètres. Au-delà de cette distance, l'installation d'un kit solaire autonome est moins coûteuse que le tirage d'une ligne BT dédiée.
2. **Pour un groupement de 5 à 10 foyers :** La mutualisation du transformateur et de la ligne MT augmente la distance critique à environ 1,5 - 2,5 km.
3. **Pour une exploitation agricole isolée :** Étant donné les besoins de puissance pour le pompage, la distance critique se situe autour de 1 km. L'utilisation du solaire permet d'économiser non seulement le coût de la ligne mais aussi les frais d'abonnement de puissance élevée. (Bouharchouche & Belazougui, Anis, 2023) (Kebour, 2018)

**Tableau 54: Seuil de rentabilité du raccordement électrique conventionnel par rapport aux solutions photovoltaïques en milieu rural**

Scénario de Distance	Décision Économique Optimale	Justification Technique
< 500 mètres	Raccordement au réseau Sonelgaz	Coût de branchement inférieur au kit PV
500m - 1500m	Photovoltaïque Autonome (Off-grid)	Seuil de rentabilité atteint pour l'usager isolé
> 1500 mètres	Photovoltaïque Autonome / Mini-réseau	Coût d'extension prohibitif (> 3M DZD)

Source : Réalisé par l'étudiante à partir des données de rentabilité des systèmes photovoltaïques en milieu rural (Bouharchouche & Belazougui Anis, 2023 ; Kebour, 2018).

## Conclusion :

En définitive, l'analyse du potentiel solaire photovoltaïque de la wilaya de Djelfa révèle une convergence exceptionnelle entre des dispositions bioclimatiques optimales et des nécessités absolues de développement territorial. Les constats majeurs de ce chapitre soulignent que l'irradiation solaire steppique, associée à un coefficient de température plus clément que dans les pôles du Grand Sud, offre des rendements de conversion hautement compétitifs. Ces atouts ont été judicieusement capitalisés par l'État et Sonelgaz à travers l'extension de la centrale de Aïn El-Ibel à 53 MW et le renforcement stratégique du maillage de transport électrique national.

Toutefois, face aux obstacles persistants liés à l'immensité territoriale et au coût prohibitif de l'extension filaire pour les foyers et les puits isolés, l'approche purement centralisée montre ses limites économiques. La solution pérenne réside incontestablement dans l'électrification hors réseau (off-grid), qui a d'ores et déjà prouvé sa pertinence via les programmes de solarisation des zones d'ombre et l'adoption rapide du pompage solaire autonome. En s'affranchissant du stockage électrochimique vulnérable au profit d'une ingénierie d'accumulation hydraulique, les acteurs locaux ont su adapter la technologie aux rudes contraintes de la steppe.

Cette dynamique offre une ouverture décisive vers une transition énergétique profondément ancrée dans les territoires. Au-delà de la simple décarbonation du mix électrique, le photovoltaïque décentralisé s'affirme comme le catalyseur d'une modernisation agropastorale durable et d'une souveraineté alimentaire renforcée. En intégrant l'agriculture de précision, l'Internet des Objets (IoT) et les micro-réseaux portés par l'innovation académique de l'Université Ziane Achour, Djelfa préfigure un modèle de résilience socio-économique où l'énergie renouvelable devient le socle d'un développement rural équitable et pérenne.

# CHAPITRE V — ANALYSE ET DISCUSSION : ENJEUX, CONTRAINTES ET PERSPECTIVES

## Introduction :

La wilaya de Djelfa, caractérisée par l'immensité de son territoire steppique et la rigueur de son climat semi-aride, place la question énergétique au cœur de sa viabilité territoriale et de sa cohésion sociale. Dans cet écosystème complexe où l'agriculture et le pastoralisme constituent la matrice socio-économique de centaines de milliers d'habitants, l'accès continu à l'énergie est d'une importance vitale. Il détermine non seulement la sécurité hydrique à travers l'exploitation des puits de parcours, mais conditionne également le maintien des populations nomades et rurales sur leurs terres, freinant ainsi l'exode vers des centres urbains déjà saturés.

Toutefois, l'électrification de ces vastes étendues soulève une problématique d'aménagement particulièrement ardue. L'hyper-centralisation du réseau électrique national, historiquement porté par l'opérateur public Sonelgaz, montre aujourd'hui ses limites physiques et macroéconomiques face à la dispersion de l'habitat. L'extension filaire vers les « zones d'ombre » isolées se heurte à des distances kilométriques prohibitives, engendrant des coûts d'investissement colossaux — atteignant jusqu'à 7,5 millions de dinars par foyer — et des déperditions techniques insoutenables en ligne. Face à l'incapacité structurelle du réseau conventionnel à desservir équitablement ces territoires enclavés, une transition énergétique décentralisée, portée par les efforts récents de l'État en matière d'énergies renouvelables, s'impose comme une urgence absolue.

Ce chapitre propose une analyse exhaustive et critique de cette dynamique de transition, en se focalisant sur le déploiement de l'électrification solaire rurale à Djelfa. Dans un premier temps, nous examinerons les infrastructures photovoltaïques actuelles et quantifierons leurs impacts multidimensionnels, allant de la dynamisation de la productivité agropastorale à la sécurisation des services de santé de proximité. Dans un second temps, la discussion mettra en exergue les contraintes structurelles qui freinent la massification de ces technologies. Seront ainsi décortiqués les défis techniques inhérents au bioclimat saharien, les obstacles financiers pour les populations locales, ainsi que les vulnérabilités institutionnelles de ce déploiement.

## 5.1 Enjeux de l'électrification solaire rurale à Djelfa :

### 6.1.1. Enjeu Social : La transformation des services de base en zones isolées :

L'électrification solaire à Djelfa agit comme un catalyseur de progrès social, touchant directement à la dignité et à la qualité de vie des résidents des zones les plus reculées, souvent désignées sous le terme de « zones d'ombre ». L'impact se manifeste prioritairement à travers l'accès pérenne à la ressource hydrique, l'amélioration des conditions d'habitat et la sécurisation des services de santé. (Abdouche, 2021) (Amara, 2020)

#### 5.1.1.1. Accès à l'eau et puits pastoraux :

Dans l'écosystème steppique de Djelfa, l'eau est le pivot de toute activité humaine et animale. L'électrification des puits pastoraux via le pompage photovoltaïque a radicalement modifié la gestion de cette ressource. Contrairement aux systèmes thermiques classiques dépendants du gasoil, dont l'approvisionnement est rendu difficile par l'enclavement, les systèmes solaires offrent une autonomie de pompage corrélée au cycle biologique du bétail. Le HCDS, acteur central dans la gestion de la steppe, a multiplié les interventions pour doter les puits de parcours de systèmes solaires autonomes. Ces installations, dimensionnées pour des profondeurs variant généralement de 25 à 30 mètres et des débits de 1 à 2 litres par seconde, garantissent l'abreuvement des troupeaux sans interruption liée à une panne mécanique ou à une rupture de carburant.

Au-delà de l'abreuvement, ces points d'eau solaires servent souvent de base à des petits groupements d'habitations nomades, stabilisant ainsi des populations qui, sans cette source d'énergie fiable, seraient contraintes à un exode prématuré vers les centres urbains déjà saturés de la wilaya. Le bilan à fin 2023 indique que le pompage photovoltaïque dans le secteur agricole (incluant le pastoralisme) a connu une croissance nationale de 64,1 % par rapport à 2019, une dynamique particulièrement visible dans les zones steppiques comme celles de Djelfa. (Jamila ben Qataf & Dr Naema Samin, 2024) (amine, 2021)

#### 5.1.1.2. Éclairage rural et kits domestiques pour zones isolées :

L'amélioration de l'éclairage rural à Djelfa repose sur deux piliers : l'éclairage public solaire et la distribution de kits photovoltaïques individuels. Les statistiques du CEREFÉ montrent une explosion de l'éclairage public solaire, avec une augmentation de 448 % de la

capacité installée entre 2020 et 2023 au niveau national, impactant directement la sécurité des localités rurales de Djelfa.

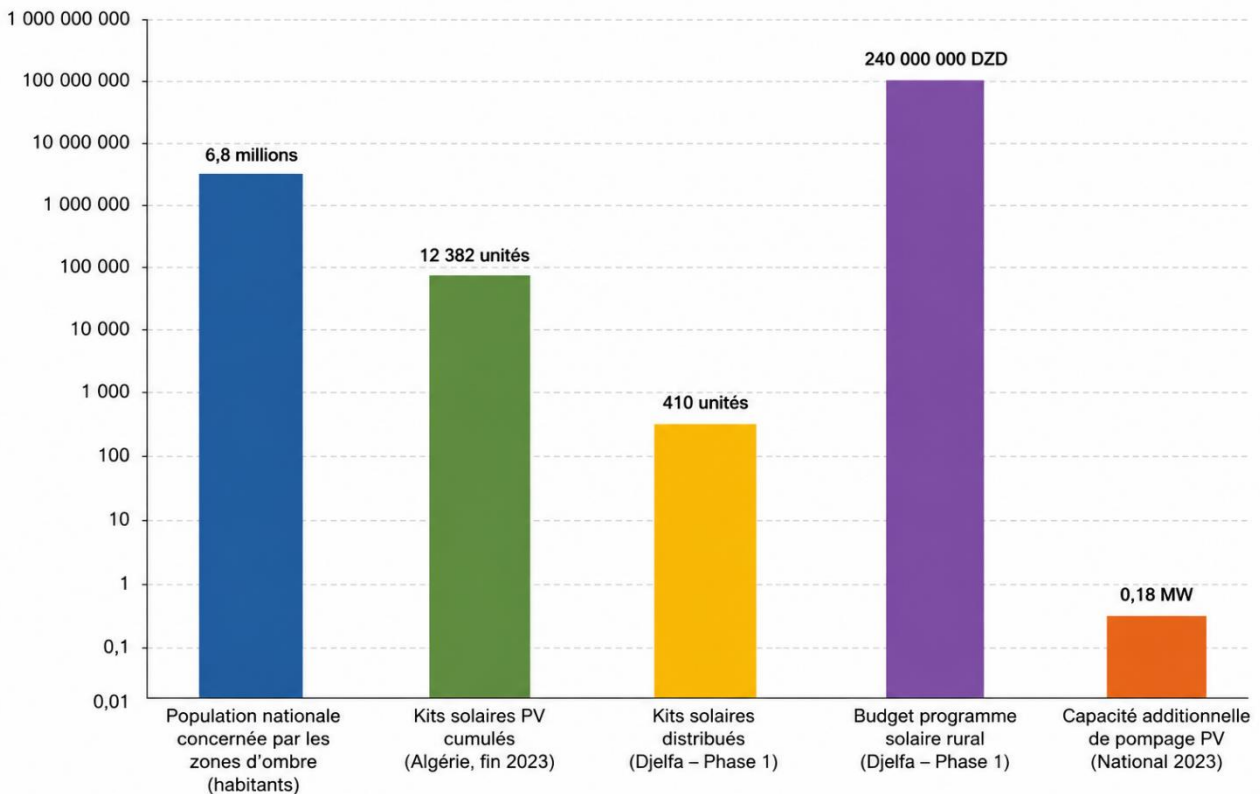
Pour les foyers isolés, la distribution de kits solaires permet l'accès à des services de base auparavant inaccessibles : éclairage nocturne de qualité, recharge des téléphones mobiles (essentiels pour la coordination des éleveurs) et alimentation de petits équipements électroménagers comme les téléviseurs et les réfrigérateurs. Le programme spécifique de la Wilaya de Djelfa a mobilisé une enveloppe de 240 millions de DZD pour la distribution de centaines de panneaux solaires dans des communes comme El-Guedid et Charef. (CEREFÉ, 2023)

**Tableau 55: Indicateurs sociaux et programmes solaires dans les zones d'ombre de la wilaya de Djelfa**

Indicateur Social (Zones isolées - Djelfa)	Valeur / Statistique
Population nationale concernée par les zones d'ombre	6,8 millions d'habitants
Kits solaires PV cumulés (Fin 2023 - Algérie)	12 382 unités
Budget programme solaire rural (Phase 1 Djelfa)	240 000 000 DZD
Nombre de kits solaires distribués (Phase 1 Djelfa)	410 unités
Capacité additionnelle pompage PV (National 2023)	+0,18 MW

Source : Ministère de la Transition Énergétique et Ministère de l'Intérieur, Algérie, 2023.

Figure 26: Répartition des indicateurs sociaux et énergétiques dans les zones isolées de Djelfa en 2023.



Source : Ministère de la Transition Énergétique et Ministère de l'Intérieur, Algérie, 2023.

### 5.1.1.3. Maintien et modernisation des services de santé :

L'électrification des salles de soins dans les zones isolées de Djelfa constitue peut-être l'impact social le plus critique. L'énergie solaire assure le maintien de la chaîne du froid, indispensable pour la conservation des vaccins et des sérums antivenimeux, une nécessité absolue dans une région où les piqûres de scorpions sont fréquentes. Le programme des zones d'ombre a permis la réhabilitation de 20 opérations liées à la santé de proximité à Djelfa, incluant l'installation de chauffe-eau solaires pour garantir de l'eau chaude sanitaire dans les salles de soins rurales comme celle du village de Maalaba.

Sur le plan opérationnel, l'usage de l'énergie solaire permet aux structures de santé rurale de réduire leurs coûts énergétiques de près de 40 % par rapport à l'utilisation du diesel. Cette économie budgétaire offre aux collectivités locales une marge de manœuvre supplémentaire pour l'acquisition de médicaments ou de petits équipements médicaux. Les technologies de surveillance à distance, de plus en plus intégrées aux systèmes PV, permettent également de suivre en temps réel la qualité du service énergétique dans ces établissements isolés. ([Rapport sur l'état du marché de l'électrification des soins de santé, 2024](#)) (ONU, 2020)

### **5.1.2. Enjeu Économique : Le solaire comme levier de productivité agropastorale :**

L'économie de la Wilaya de Djelfa repose intrinsèquement sur sa capacité à transformer ses terres arides en espaces productifs. La Direction des Services Agricoles (DSA) et le HCDS ont identifié l'énergie solaire comme le principal levier de réduction des coûts de production et de modernisation des exploitations. (Chahrazed, 2025)

#### **5.1.2.1. Rôle dans le développement des exploitations agricoles :**

Le secteur agricole de Djelfa connaît une mutation vers des cultures plus intensives et à haute valeur ajoutée, notamment l'oléiculture et la céréaliculture. Avec l'octroi de 9 800 permis de forage, la demande énergétique pour l'irrigation est devenue un défi majeur pour la rentabilité des exploitations. L'intégration du pompage solaire permet de réduire les coûts énergétiques de 60 % par rapport aux solutions classiques basées sur le gasoil ou le raccordement électrique lointain. (Slimani, 2025)

L'analyse technico-économique des exploitations oléicoles à Djelfa montre que le solaire favorise la durabilité des systèmes d'irrigation goutte-à-goutte. La production oléicole bénéficie d'une stabilité de l'offre énergétique, évitant les interruptions de pompage qui peuvent être fatales lors des périodes de stress hydrique intense en été. En 2023, 72,1 % des nouveaux projets du ministère de l'Agriculture étaient orientés vers les systèmes de pompage photovoltaïque, illustrant une prise de conscience massive des bénéfices économiques de cette technologie. (Amrouni, 2025)(Pompage Solaire : Une Solution Économique et Durable pour l'Agriculture, 2026)

#### **5.1.2.2. Soutien au pastoralisme et aménagement de la steppe :**

Pour le HCDS, le déploiement du solaire est un outil d'aménagement du territoire. En multipliant les points d'abreuvement solaires, l'institution vise à mieux répartir la charge animale sur les 3 millions d'hectares de parcours de la wilaya, évitant ainsi la dégradation du couvert végétal autour des puits raccordés au réseau conventionnel. Le pastoralisme nomade, qui concerne une part importante du cheptel ovin de la région (estimé à plusieurs millions de têtes), gagne en résilience grâce à l'énergie solaire.

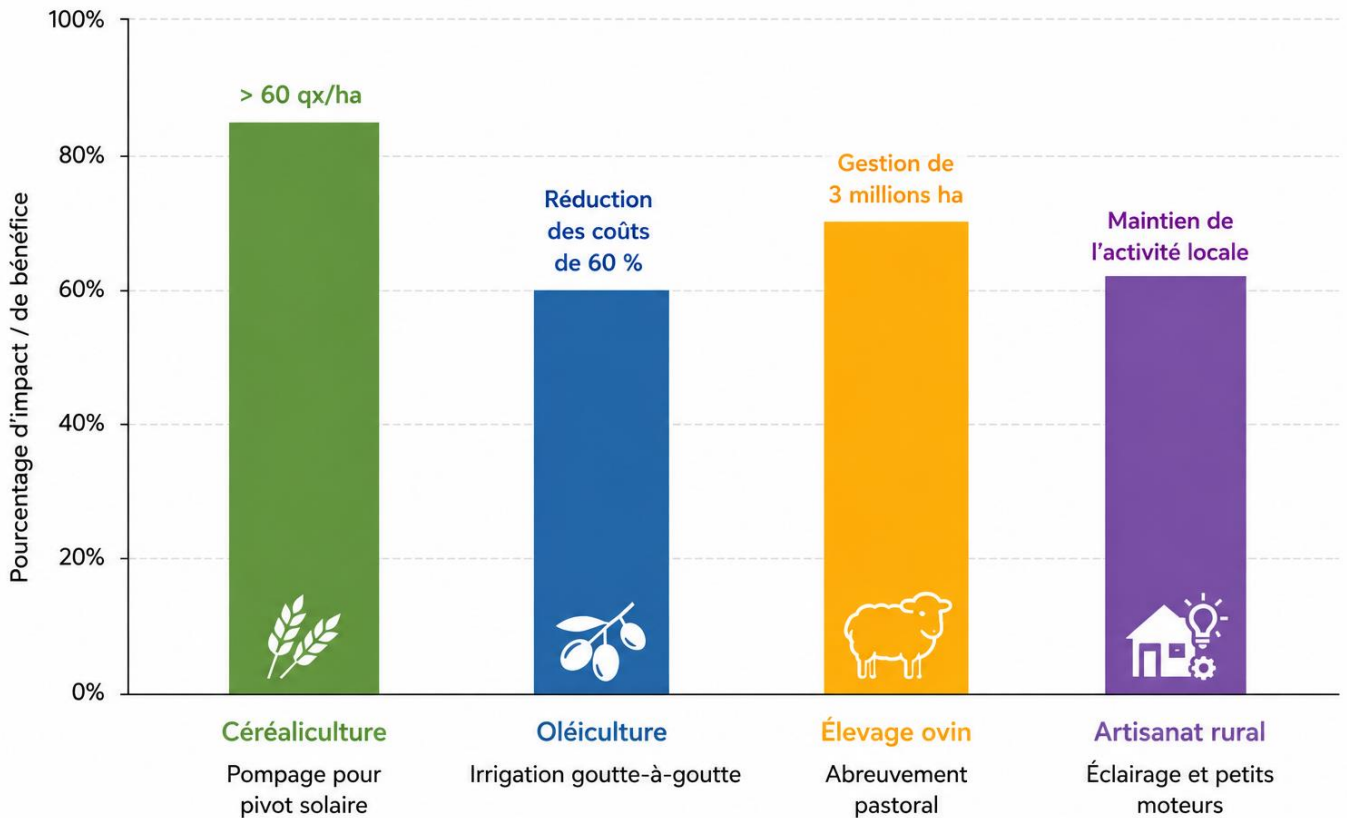
Les éleveurs bénéficient non seulement du pompage pour leurs troupeaux, mais aussi de l'énergie nécessaire à la transformation primaire des produits de l'élevage (lait, laine) et à l'amélioration de leurs conditions de vie mobiles. L'intégration de petites éoliennes en complément du solaire est également explorée par le HCDS pour créer des solutions hybrides capables de fournir de l'énergie même durant les périodes de faible ensoleillement hivernal. (Slimani, 2025) (HCDS)

Tableau 56: Impact de l'énergie solaire sur les activités économiques rurales à Djelfa

Activité Économique	Impact du solaire	Bénéfice principal
Céréaliculture	Pompage d'eau par système solaire pour l'irrigation pivot	Augmentation du rendement agricole à plus de 60 quintaux/hectare
Oléiculture	Irrigation goutte-à-goutte alimentée par énergie solaire	Réduction des coûts d'irrigation jusqu'à 60 %
Élevage ovin	Systèmes solaires pour l'abreuvement pastoral	Meilleure gestion des parcours pastoraux sur plus de 3 millions d'hectares
Artisanat rural	Éclairage solaire et alimentation des petits moteurs	Maintien et développement de l'activité économique locale

Source : Réalisé par l'étudiante à partir des données du secteur agricole et énergétique en Algérie, 2023.

Figure 27: Impact de l'énergie solaire sur les activités économiques rurales à Djelfa



Source : Réalisé par l'étudiante à partir des données du secteur agricole et énergétique en Algérie, 2023.

### 5.1.3. Enjeu Environnemental : Quantification de l'impact carbone et préservation écologique :

L'électrification solaire à Djelfa s'inscrit dans une politique d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre (GES), conformément aux engagements nationaux de l'Algérie. Le remplacement des moteurs thermiques par le photovoltaïque dans la steppe a des conséquences directes sur le bilan carbone de la wilaya. (MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT ET DES ENERGIES RENOUVELABLES, 2023) (MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT ET DES ENERGIES RENOUVELABLES , 2023)

#### 5.1.3.1. Quantification de la réduction des émissions de CO2 :

Chaque kilowattheure produit par le solaire à Djelfa évite la combustion de combustibles fossiles et les émissions associées. En prenant comme référence les données de recherche, un système d'éclairage ou de pompage solaire type peut économiser environ 1 046 m<sup>3</sup> de gaz naturel par an et réduire les émissions de CO<sub>2</sub> de 2 684 kg par unité annuelle. (Tedjani Mohammed , Fares Hamza, Mourad Haddadi, & C. Larbes, 2023)

Pour une installation solaire photovoltaïque, l'énergie annuelle produite  $E_{an}$  peut être estimée par la formule :

$$E_{an} = P_c \times H_i \times PR$$

Où  $P_c$  est la puissance crête installée,  $H_i$  est l'irradiation solaire annuelle sur le plan des panneaux (particulièrement élevée à Djelfa, dépassant les 2 200 kWh/m<sup>2</sup>) et PR est le ratio de performance du système (généralement entre 0,75 et 0,85 pour les installations bien maintenues). (Khennane, 2023)

L'évitement de CO<sub>2</sub> est ensuite calculé en multipliant cette énergie par le facteur d'émission du mix énergétique remplacé (ou du diesel pour les pompes isolées) :

$$\Delta\{CO_2\} = E_{\{an\}} \times EF_{\{diesel\}}$$

Avec  $EF_{diesel} \approx 0,8$  kg CO<sub>2</sub>/kWh

À l'échelle de la Wilaya, le déploiement massif de kits solaires et de pompes photovoltaïques contribue de manière significative à l'objectif national d'éviter des mégatonnes de CO<sub>2</sub> d'ici 2030. Le bilan 2023 du CEREFÉ confirme que les installations hors réseau (dont les kits pour zones isolées et le pompage) ont connu une croissance de 140 % depuis 2019, renforçant la part des énergies propres dans le bilan énergétique local. (MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA QUALITE DE LA VIE, 2024) (Ministère de la Transition Énergétique et des Énergies Renouvelables , 2022)

### 5.1.3.2. Lutte contre la désertification et protection de la biodiversité :

Au-delà du carbone, l'enjeu environnemental à Djelfa touche à la survie même de l'écosystème steppique. L'utilisation du solaire réduit les risques de pollution des sols par les hydrocarbures, fréquents lors du stockage et de la manipulation du gasoil pour les groupes électrogènes. En facilitant une gestion rationnelle de l'eau, le solaire permet de maintenir les périmètres de mise en défense et les plantations pastorales (comme l'*Atriplex canescens*), remparts essentiels contre l'avancée du désert.

La transition énergétique favorise également une meilleure connaissance de l'écosystème. Les stations météorologiques et radiométriques, de plus en plus alimentées par le solaire, fournissent des données précises pour le suivi de la désertification et de l'état des sols. Cette synergie entre technologie solaire et préservation naturelle est au cœur des recherches publiées sur la plateforme ASJP concernant les zones steppiques algériennes. ( BESSAH Rahma, KOUADRI BOUDJELTHIA El Amine, & TOUILEB Salim , 2017)

### 5.1.4. Enjeu Territorial : Désenclavement et rééquilibrage spatial :

Le développement de la Wilaya de Djelfa est historiquement marqué par des disparités entre le chef-lieu et les communes rurales du sud. L'électrification solaire est l'outil privilégié pour corriger ces déséquilibres, conformément au Schéma National d'Aménagement du Territoire (SNAT 2030). (SDATW DJELFA)

#### 5.1.4.1. Désenclavement des zones d'ombre :

Le concept de « zones d'ombre » désigne des territoires enclavés souffrant d'un déficit d'infrastructures de base. À Djelfa, 279 zones d'ombre ont été identifiées, totalisant 646

projets de développement pour un montant supérieur à 6,3 milliards de DZD. L'énergie solaire constitue souvent la seule solution viable pour ces zones où le coût d'extension du réseau électrique conventionnel est prohibitif au regard de la faible densité de population. (MINISTERE DE L'INTERIEUR, DES COLLECTIVITES LOCALES ET DES TRANSPORTS, 2026)

Le raccordement de 312 foyers isolés à l'électricité et l'installation de 41 établissements dotés de citernes de gaz propane (en complément du solaire pour le chauffage) témoignent de l'effort de désenclavement. Ces projets ne se limitent pas à l'énergie ; ils incluent également la réalisation de 113 opérations liées à l'eau potable, souvent couplées à des systèmes de pompage solaire pour garantir la pérennité du service. (646 projets de développement ont été menés à bien dans des zones défavorisées au cours des trois dernières années., 2026)

#### **5.1.4.2. Rééquilibrage entre le chef-lieu et les communes steppiques :**

La Wilaya de Djelfa a bénéficié d'un programme complémentaire de développement massif en 2023 et 2024, doté d'une enveloppe de 184,78 milliards de DZD. Ce programme vise à faire de Djelfa la capitale de la partie centrale des Hauts Plateaux, en renforçant son armature urbaine et son maillage rural. (MINISTERE DE L'INTERIEUR, DES COLLECTIVITES LOCALES ET DES TRANSPORTS, 2026)

L'électrification solaire joue un rôle stratégique dans ce rééquilibrage en permettant :

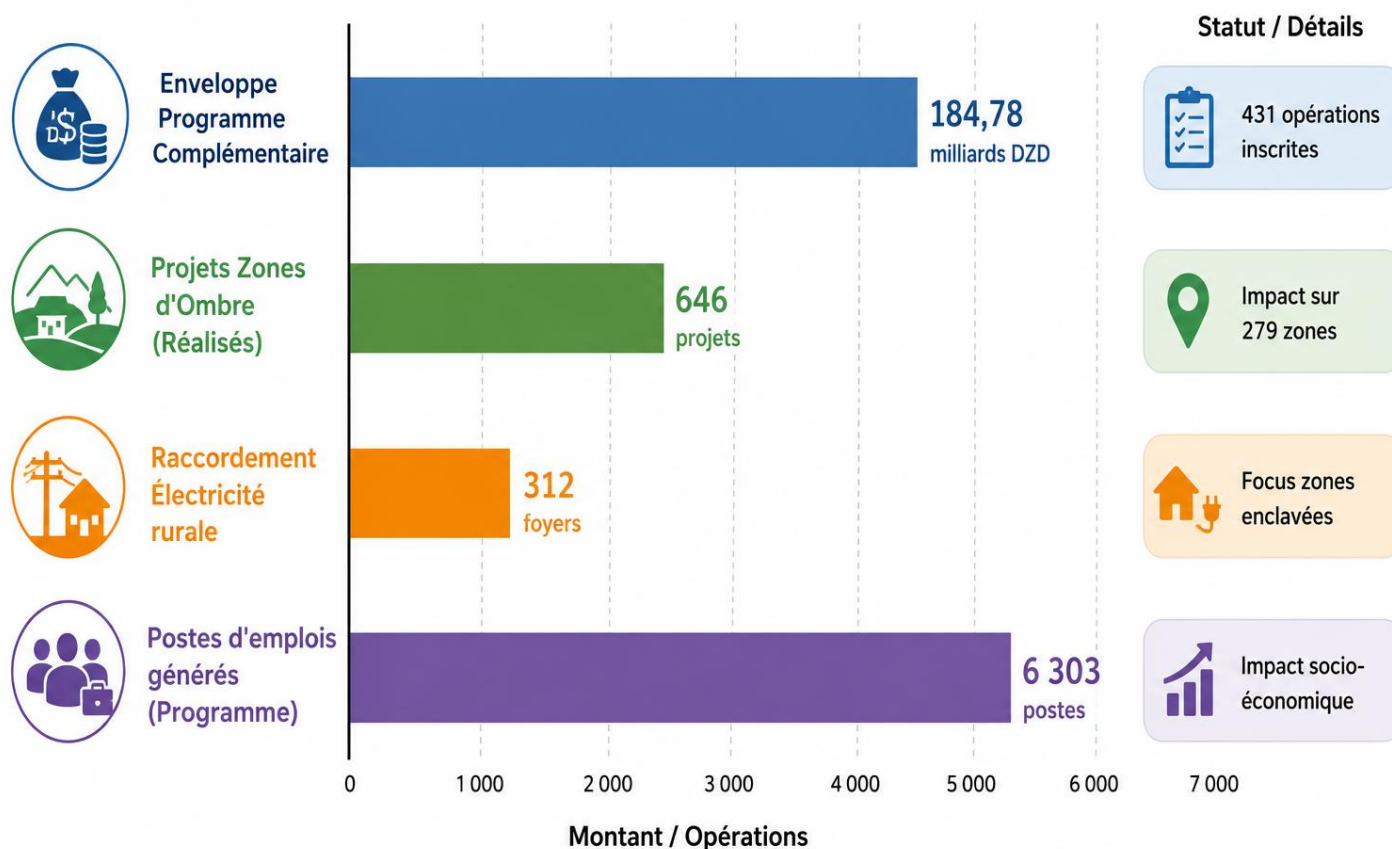
1. L'émergence de pôles d'équilibre régional (Djelfa, Bou Saâda, M'sila) dotés de services publics de qualité égale. (amine, 2021)
2. Le maintien des populations dans les communes enclavées du sud (Qattara, Selmana) en leur offrant les mêmes standards énergétiques que le nord.
3. Le soutien aux investissements productifs dans les zones rurales, réduisant ainsi la pression migratoire vers le chef-lieu. (SDATW DJELFA)

Tableau 57: Indicateurs des programmes de développement et de l'impact socio-économique à Djelfa

Programme de Développement (Djelfa)	Montant / Opérations	Statut / Détails
Enveloppe Programme Complémentaire	184,78 milliards DZD	431 opérations inscrites
Projets Zones d'Ombre (Réalisés)	646 projets	Impact sur 279 zones
Raccordement Électricité rurale	312 foyers	Focus zones enclavées
Postes d'emplois générés (Programme)	6 303 postes	Impact socio-économique

Source : Ministère de l'Intérieur et des Collectivités Locales, Algérie, 2023.

Figure 28: Programmes de développement et impacts socio-économiques dans la wilaya de Djelfa



Source : Réalisée par l'étudiante à partir de données du Ministère de l'Intérieur et des Collectivités locales, Algérie, 2023.

## 5.2 Contraintes et obstacles identifiés :

Le processus de transition énergétique dans la Wilaya de Djelfa ne peut être dissocié du contexte socio-économique des zones d'ombre, défini par le Président de la République dès février 2020 comme un défi majeur pour la relance nationale. Sur les 12 561 zones d'ombre identifiées à travers le pays, une proportion significative se situe dans les Hauts Plateaux, incluant Djelfa, où l'accès aux commodités de base comme l'électricité reste un levier fondamental de survie pour les populations pastorales. Malgré une croissance de 140 % des installations renouvelables hors réseau entre 2019 et 2023, le passage à une échelle industrielle se heurte à des contraintes structurelles persistantes. (Noureddine & KHOULDAT Salah, 2021) (Commissariat aux Energies Renouvelables et à l'Efficacité Énergétique, 2020)

### 5.2.1 Contraintes et techniques :

L'analyse technique du parc photovoltaïque dans la zone steppique de Djelfa met en évidence une inadéquation fréquente entre les spécifications nominales des équipements importés et les conditions d'exploitation réelles. La région est soumise à des facteurs environnementaux extrêmes qui agissent comme des catalyseurs de dégradation pour les

systèmes PV et leurs composants associés. (MAHI & Mohammed El Amine MEZRAOUI, 2020) (BELLAOUI, 2021)

### 5.2.1.1. Analyse des défis liés à la maintenance en zone steppique (poussière, chaleur) :

La Wilaya de Djelfa, intégrée dans le bioclimat semi-aride, est confrontée au phénomène de l'ensablement et de la poussière atmosphérique, exacerbé par le surpâturage qui dénude les sols. La poussière steppique possède une composition minéralogique abrasive qui affecte la transmittance optique des modules photovoltaïques. Les études menées sur des sites analogues dans les Hauts Plateaux montrent que l'accumulation de particules fines sur les panneaux peut induire des pertes de rendement de l'ordre de 10 % à 25 % en l'absence de cycles de nettoyage réguliers. Ce dépôt, combiné à l'humidité nocturne fréquente en zone de chotts, peut former une croûte cimentée difficile à éliminer sans un apport important en eau, ressource pourtant rare dans la steppe de Djelfa.

Parallèlement, le stress thermique constitue un défi majeur. Les cellules photovoltaïques sont certifiées pour des conditions standards de test (STC) à 25°C, or, à Djelfa, les températures ambiantes estivales dépassent régulièrement les 40°C, portant la température interne des cellules à plus de 65°C. Cette élévation de température provoque une chute de la tension de circuit ouvert ( $V_{oc}$ ) et, par extension, de la puissance maximale délivrée ( $P_{max}$ ), selon le coefficient de température des modules. Les onduleurs, souvent installés dans des locaux mal ventilés ou exposés, subissent également des pannes dues à la surchauffe des composants électroniques de puissance, ce qui réduit drastiquement leur durée de vie opérationnelle. (BELLAOUI, 2021) (Défauts et causes du système photovoltaïque, 2026)

**Tableau 58: Impact des conditions environnementales sur les performances et la durabilité des systèmes photovoltaïques**

Paramètre Environnemental	Effet sur le Matériel PV	Conséquence pour l'Exploitation
Poussière minérale	Encrassement des surfaces vitrées	Nécessité de nettoyage bimensuel
Chaleur extrême	Dégradation des polymères d'encapsulation	Perte de puissance et vieillissement accéléré
Vents de sable	Abrasion des couches anti-reflet	Réduction irréversible de l'efficacité

Paramètre Environnemental	Effet sur le Matériel PV	Conséquence pour l'Exploitation
Variations de tension	Stress sur les composants de l'onduleur	Risque élevé de pannes électroniques

Source : Réalisée par l'étudiante à partir de données des études relatives à l'impact des conditions environnementales sur les systèmes photovoltaïques.

### 5.2.1.2. Le manque de compétences techniques locales à Djelfa :

Bien que l'Algérie ait enregistré un « saut qualitatif » dans la formation professionnelle avec 2 351 diplômés en énergies renouvelables entre 2020 et 2023, la Wilaya de Djelfa souffre d'un déficit de techniciens spécialisés résidant dans les communes rurales. La maintenance des installations dans les zones d'ombre est souvent confiée à des entreprises extérieures basées dans le Nord, ce qui engendre des délais d'intervention incompatibles avec les besoins des exploitations agricoles. (CEREFÉ, 2023) (Naili, 2026)

Le manque de qualification des entreprises locales intervenant dans le secteur est également souligné par le Ministère de l'Intérieur. L'absence d'un système d'agrément rigoureux au niveau de la wilaya a permis l'installation de systèmes mal dimensionnés ou utilisant des composants non conformes, compromettant la fiabilité du service public énergétique. Pour les pasteurs et agriculteurs, l'impossibilité de trouver un réparateur de proximité en cas de panne de l'onduleur ou de défaillance des batteries conduit souvent à l'abandon pur et simple du système solaire au profit de générateurs diesel polluants et coûteux. (JOLY & MATHIEU Bail, 2026) (MINISTERE DE L'INTERIEUR, DES COLLECTIVITES LOCALES ET DES TRANSPORTS, 2023)

### 5.2.1.3. Les limites technologiques du stockage (batteries) :

Le stockage de l'énergie est la pierre angulaire de l'électrification rurale hors réseau à Djelfa. Cependant, les technologies de batteries actuelles présentent des limites critiques dans un environnement steppique. Les batteries au plomb-acide, majoritairement utilisées dans les kits distribués aux zones isolées, sont extrêmement sensibles aux cycles de charge-décharge incomplets et aux températures élevées. Une exposition prolongée à la chaleur accélère l'évaporation de l'électrolyte et la corrosion des plaques, réduisant la durée de vie de la batterie à moins de 3 ans, contre 7 ans dans des conditions climatiques tempérées. (MAHI & Mohammed El Amine MEZRAOUI, 2020) (USAID & NREL)

L'introduction des batteries au lithium-ion, bien que plus performantes, se heurte à des contraintes de coût et à la nécessité de systèmes de gestion de batterie (BMS) sophistiqués qui supportent mal l'isolement technique. De plus, le stockage de l'énergie solaire reste un point de vulnérabilité : une défaillance de l'onduleur-chargeur entraîne immédiatement une mise hors service de l'ensemble du site, privant les populations de services essentiels comme le pompage

de l'eau ou l'éclairage scolaire. (MAHI & Mohammed El Amine MEZRAOUI, 2020) (Défauts et causes du système photovoltaïque, 2026)

### 5.2.2 Contraintes financières :

La viabilité économique des projets solaires ruraux à Djelfa est conditionnée par des paramètres financiers globaux et locaux qui freinent l'autonomisation des populations vulnérables. Si le coût du kilowattheure renouvelable baisse au niveau mondial, les spécificités du marché algérien maintiennent des barrières à l'entrée élevées. (HAMITI & BOUZADI-DAOUD Sultan, 2021) (Selmi, 2026)

#### 5.2.2.1. Le coût élevé des équipements photovoltaïques importés :

Malgré la présence de six unités de montage de modules photovoltaïques en Algérie fin 2023, avec une capacité de 469 MWc, la chaîne de valeur reste fortement dépendante de l'importation pour les composants critiques tels que les onduleurs, les régulateurs et les accumulateurs de haute performance. Cette dépendance expose les budgets des collectivités locales de Djelfa à la volatilité des prix internationaux et aux frais logistiques. (Selmi, 2026) (Vers la réalisation de 25 nouvelles centrales solaires de plus de 4 000 MW (CEREFÉ), 2026)

En 2025, le coût d'une installation solaire individuelle reste prohibitif pour un foyer rural moyen. Le prix d'un panneau monocristallin de 500 W oscille autour de 30 000 DA, tandis qu'une batterie de stockage peut atteindre 50 000 DA. Pour une électrification rurale digne de ce nom, un investissement de plusieurs centaines de milliers de dinars est nécessaire, ce qui représente un capital inaccessible pour la majorité des pasteurs dont les revenus sont saisonniers et dépendants des marchés de bétail. (Combien coûtent les panneaux solaires en Algérie en 2025 ?, 2026)

Tableau 59: Évolution des coûts des composants des systèmes photovoltaïques en Algérie (2020-2026)

Composant du Système PV	Prix Moyen (DA) - 2025	Tendance 2020-2026
Panneau Solaire 400 W	25 000	Baisse légère (production locale)
Onduleur 3 kW	85 000	Stabilité (importation)
Batterie 12V 200Ah (Plomb)	55 000	Hausse (matières premières)

Kit Solaire Rural Complet	450 000 - 600 000	Dépendance aux subventions
---------------------------	-------------------	----------------------------

Source : Réalisée par l'étudiante à partir de données du marché algérien, des rapports de l'USAID

### 5.2.2.2. Problématique du financement initial pour les populations rurales :

L'architecture financière de l'électrification rurale repose largement sur les subventions étatiques. Le programme de prise en charge des zones d'ombre a mobilisé plus de 350 milliards DA à l'échelle nationale jusqu'en 2023, mais la question du financement de la maintenance et du renouvellement des équipements reste entière. Les populations rurales de Djelfa ne disposent pas de mécanismes de micro-crédit adaptés à la transition énergétique. Les banques classiques exigent des garanties foncières que les habitants des zones éparses, souvent installés sur des terres domaniales ou sans titres de propriété formels, ne peuvent fournir. (MINISTERE DE L'INTERIEUR, DES COLLECTIVITES LOCALES ET DES TRANSPORTS, 2026)

De plus, l'absence de modèles économiques de type "Pay-as-you-go" (paiement à l'usage), qui ont fait leurs preuves dans d'autres régions d'Afrique, limite l'acquisition privée d'équipements solaires. Le citoyen de Djelfa se retrouve dans une situation de dépendance vis-à-vis des programmes publics, sans possibilité réelle de devenir un "prosommateur" (producteur-consommateur) autonome capable d'investir dans l'amélioration de son propre système énergétique. (Selmi, 2026)

### 5.2.3 Contraintes institutionnelles :

La gestion de la transition énergétique en Algérie est marquée par une superposition de structures qui, bien que volontaires, génèrent des goulots d'étranglement administratifs affectant directement la Wilaya de Djelfa. (Sonelgaz, 2023)

#### 5.2.3.1. Centralisation des décisions et lenteurs administratives :

Le pilotage des projets d'énergies renouvelables reste fortement centralisé au niveau des départements ministériels à Alger. Pour la Wilaya de Djelfa, cela se traduit par des délais importants entre le recensement des besoins dans les zones d'ombre et la mise en œuvre effective des solutions solaires. Les décisions concernant les cahiers des charges types pour les kits solaires nomades ou les appels d'offres pour l'éclairage public sont centralisés, laissant peu de place à l'adaptation aux spécificités topographiques locales. (Sonelgaz, 2023) (Selmi, 2026)

Les lenteurs administratives sont exacerbées par la complexité des procédures de passation de marchés publics. Le rapport d'activité de Sonelgaz mentionne par exemple l'attente prolongée d'approbations administratives pour le raccordement de centaines de zones agricoles pourtant techniquement prêtes. Dans le cas des énergies renouvelables, cette inertie freine l'installation de petites centrales solaires de proximité qui pourraient soulager le réseau national durant les pics de consommation estivaux. (Sonelgaz, 2023) (CEREFÉ, 2023)

#### 5.2.3.2. Coordination entre les acteurs (Sonelgaz, APRUE, Collectivités locales) :

La réussite de l'électrification rurale à Djelfa dépend de la synergie entre trois acteurs principaux, dont la coordination reste perfectible :

- **Sonelgaz** : Le groupe, en pleine restructuration organisationnelle pour gagner en efficacité, reste l'acteur dominant. Sa stratégie de décentralisation vers les structures régionales vise à améliorer la réactivité, mais la transition vers un modèle intégrant massivement le photovoltaïque hors réseau nécessite de nouveaux mécanismes de gestion qu'il peine à généraliser. (Sonelgaz, 2023) (Sonelgaz, 2022)
- **APRUE (Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Énergie)** : L'agence assure le soutien technique et la formation, notamment à travers le Comité Intersectoriel de Maîtrise de l'Énergie (CIME), mais son influence sur le terrain à Djelfa reste limitée par un manque de relais opérationnels au niveau des communes. (APURE , 2026)
- **Collectivités locales** : Les communes de Djelfa sont en première ligne pour la gestion des zones d'ombre, mais elles souffrent d'une absence de « comptabilité énergétique locale ». Sans outils de suivi précis de leur consommation et de leur production solaire, elles ne peuvent optimiser les investissements réalisés sur leur patrimoine (écoles, mosquées, éclairage public). (MINISTERE DE L'INTERIEUR, DES COLLECTIVITES LOCALES ET DES TRANSPORTS, 2023)

Un obstacle institutionnel majeur identifié par le CEREFÉ est l'absence d'un « Grid Code » (code réseau) basse tension. Ce manque réglementaire empêche les écoles ou les bâtiments publics de Djelfa équipés de panneaux solaires d'injecter leur excédent d'énergie dans le réseau de Sonelgaz, particulièrement durant les vacances scolaires ou les week-ends. Il en résulte une non-exploitation de l'énergie produite pendant environ 5 mois par an, représentant une perte économique considérable pour les municipalités. (CEREFÉ, 2023)

#### 5.2.4 Contraintes sociales :

L'acceptabilité de la technologie photovoltaïque dans la steppe de Djelfa est intimement liée à sa perception par les communautés pastorales et à sa capacité à s'intégrer dans les traditions ancestrales d'élevage. (Mokrani, 2022)

##### 5.2.4.1. Acceptabilité sociale et besoin d'appropriation technologique :

Pour les pasteurs et agriculteurs de Djelfa, l'énergie solaire est parfois perçue comme une « énergie de seconde classe » par rapport au raccordement conventionnel au réseau électrique national, qui reste le symbole de la modernité et de l'inclusion sociale. L'acceptabilité sociale dépend fortement de l'implication citoyenne dès la conception des projets. Les rapports soulignent que 45 % des citoyens se sentent mal informés sur les projets de transition énergétique, ce qui nourrit un certain scepticisme quant à leur impact réel sur leur vie quotidienne. (Noureddine & KHOULDAT Salah, 2021) (Mokrani, 2022)

L'appropriation de la technologie par les pasteurs de la région est également entravée par le caractère fixe de nombreuses installations solaires. Le mode de vie nomade nécessite des solutions mobiles et robustes. Or, le passage de la lampe à huile ou du petit générateur au kit solaire photovoltaïque demande une phase d'apprentissage technique pour la gestion de la

batterie et l'entretien des modules. Sans cette éducation énergétique, les équipements sont perçus comme des objets étrangers et fragiles, incapables de répondre aux besoins de puissance des activités productives (broyage d'aliments, pompage profond). (Mokrani, 2022) (MINISTERE DE L'INTERIEUR, DES COLLECTIVITES LOCALES ET DES TRANSPORTS, 2023)

#### **5.2.4.2. Vandalisme potentiel et sécurité des installations :**

La sécurité des actifs énergétiques dans l'immensité de la steppe est un sujet de préoccupation majeure pour les autorités de la wilaya. L'éloignement des habitations par rapport aux points de pompage solaire ou aux mâts d'éclairage public les rend vulnérables au vandalisme et au vol de composants. Les panneaux solaires, ayant une valeur marchande évidente, peuvent faire l'objet de vols organisés, tandis que les batteries sont convoitées pour leurs composants. (République Algérienne Démocratique et Populaire Services du Premier Ministre, 2021) (JOLY & MATHIEU Bail, 2026)

Ce risque de malveillance est souvent corrélé à un sentiment de non-appropriation par les communautés locales. Si les populations ne perçoivent pas le projet comme un bien commun servant leurs intérêts directs (emploi local, amélioration des soins ou de l'éducation), elles sont moins enclines à assurer une surveillance informelle des sites. La stratégie de transition énergétique participative préconisée par les experts souligne que l'emploi de la main-d'œuvre locale pour le gardiennage et le nettoyage est un facteur déterminant pour réduire le vandalisme et renforcer la sécurité des infrastructures. (Mokrani, 2022) (Selmi, 2026)

### **5.3 Perspectives et recommandations**

#### **5.3.1 Développement de micro-réseaux solaires villageois :**

L'analyse exhaustive de l'infrastructure énergétique de la wilaya de Djelfa met en exergue une fracture spatiale et technologique profonde entre les pôles urbains hyper-électrifiés et les vastes étendus ruraux steppiques. L'extension du réseau électrique conventionnel (Moyenne Tension et Basse Tension), historiquement géré par l'opérateur public Sonelgaz, a indéniablement atteint ses limites physiques, techniques et macroéconomiques, particulièrement dans les régions accidentées de l'Atlas saharien et sur la plate-forme saharienne méridionale. Face à une structure démographique où 18,14 % de la population (soit environ 343 912 habitants) réside dans des « zones éparses » ou zones d'ombre, le paradigme historique du raccordement universel par extension filaire doit impérativement céder la place à une stratégie de déploiement massif de micro-réseaux solaires villageois (mini-grids).

La morphologie du territoire djelfaoui impose des barrières naturelles sévères qui invalident le modèle centralisé. Dans la daïra de Messaâd, véritable porte du Sahara, la dispersion extrême de l'habitat engendre un ratio critique de 1,42 kilomètre de réseau électrique par logement. L'étude de cas du village de Tahiri Mohamed, situé dans la commune de Guettara, illustre de manière paradigmatique cette irrationalité économique et infrastructurelle : le raccordement de seulement 210 foyers y nécessite le déploiement titanesque de 316 kilomètres de réseau, mobilisant un investissement de 1,58 milliard de dinars algériens (DA). Cela représente un coût unitaire exorbitant de plus de 7,5 millions de DA par logement, un montant

totalelement disproportionné par rapport aux standards d'investissement public en milieu urbain. Dans un tel contexte, où le retour sur investissement est structurellement nul et où les pertes techniques en ligne par effet Joule — sans compter les chutes de tension kilométriques ( $\Delta U$ ) — sont inévitables, les micro-réseaux solaires décentralisés constituent l'unique alternative rationnelle et soutenable. (Benouaret, 2026)

La faisabilité technique de ces micro-réseaux à Djelfa est solidement garantie par un gisement solaire d'une richesse exceptionnelle. Les données satellitaires croisées (NASA POWER) et les modélisations climatiques régionales valident une irradiation globale horizontale (GHI) annuelle moyenne de 1942 kWh/m<sup>2</sup>/an, couplée à une durée d'insolation record oscillant entre 3200 et 3500 heures annuelles. Cette persistance du flux radiatif, même durant le minimum saisonnier hivernal (avec une moyenne de 4,16 kWh/m<sup>2</sup>/jour en novembre), constitue un atout critique pour le dimensionnement des parcs de batteries, évitant ainsi un surdimensionnement coûteux du stockage électrochimique. Par ailleurs, l'altitude de la wilaya, située sur les Hauts Plateaux à plus de 1000 mètres, offre un avantage thermodynamique décisif par rapport aux wilayas du Grand Sud (comme Adrar ou Tamanrasset) : le climat semi-aride plus frais permet de maintenir les cellules photovoltaïques à des températures de fonctionnement plus proches des conditions standards d'essai (STC), optimisant ainsi le coefficient de température et le rendement de conversion global des modules en silicium cristallin. (CEREFÉ, 2026)

La maturité de la filière hors réseau (off-grid) en Algérie est aujourd'hui une réalité mesurable. Selon le quatrième bilan exhaustif du Commissariat aux Énergies Renouvelables et à l'Efficacité Énergétique (CEREFÉ), la capacité cumulée des installations solaires photovoltaïques hors réseau à l'échelle nationale a doublé en l'espace de quatre ans, passant de 11,26 MWc en 2019 à 23,06 MWc à la fin de l'année 2023. Ces systèmes décentralisés, incluant les kits solaires pour zones isolées, représentent désormais près de 48,2 % du parc solaire photovoltaïque hors réseau du pays, soulignant une inflexion stratégique majeure des politiques publiques vers l'autonomie énergétique des territoires enclavés. (CEREFÉ, 2023)

Sur le plan de l'ingénierie technico-économique, l'évaluation du coût actualisé de l'énergie (Levelized Cost of Energy - LCOE) pour un système photovoltaïque autonome révèle une forte compétitivité face à l'extension du réseau. À Djelfa, ce LCOE se situe actuellement entre 18 et 22 DZD/kWh. Bien que cette valeur faciale soit supérieure au tarif fortement subventionné de la première tranche résidentielle de Sonelgaz, elle demeure drastiquement inférieure au coût global d'extension, d'exploitation et de maintenance kilométrique du réseau pour la collectivité nationale. Les études spécialisées permettent ainsi d'établir une « distance critique » de rentabilité claire et transposable à l'aménagement du territoire : au-delà d'un rayon de 1,5 à 2,5 kilomètres du réseau moyenne tension principal pour un groupement de 5 à 10 foyers ruraux, la création d'un micro-réseau solaire devient systématiquement plus avantageuse sur le plan financier que le tirage d'une ligne dédiée et l'installation d'un poste de transformation abaisseur.

Afin de garantir la stabilité dynamique du micro-réseau et d'assurer la sécurité d'approvisionnement (base-load) dans les villages steppiques, particulièrement lors des pics

de demande hivernale, l'hybridation des systèmes de production s'avère indispensable. L'approche opérationnelle adoptée par SKTM (Shariket Kahraba wa Taket Moutadjadida), la filiale du groupe Sonelgaz spécialisée dans les énergies renouvelables, démontre que le couplage intelligent de générateurs photovoltaïques avec des groupes électrogènes thermiques d'appoint permet de réduire la consommation de carburant fossile de 30 % à 50 %. Cette architecture hybride protège les micro-réseaux contre l'intermittence diurne du gisement solaire tout en lissant les fluctuations de puissance. (Khirennas, Abdelaziz Talha , Abdelhamid Kaabeche, & Yahia Bakelli, 2021) (CEREFÉ, 2026)

**Tableau 60: Comparaison technico-économique entre l'extension du réseau électrique conventionnel et les micro-réseaux solaires hybrides pour l'électrification des zones rurales Isolées**

<b>Paramètre d'ingénierie et d'exploitation</b>	<b>Modèle d'Extension du Réseau Sonelgaz (MT/BT)</b>	<b>Modèle de Micro-réseau Solaire Hybride / Autonome</b>
<b>Coût d'investissement initial (CAPEX)</b>	Extrêmement élevé en zone éparse (jusqu'à 7,5 à 28 millions DA par foyer isolé selon la géographie).	Optimisé et modulaire. Dépend strictement de la puissance crête installée et de la capacité de stockage mutualisée.
<b>Pertes techniques de distribution</b>	Importantes (chutes de tension kilométriques et pertes par effet Joule nécessitant des câbles de forte section).	Quasi nulles, la production photovoltaïque étant localisée au plus près du centre de consommation villageois.
<b>Vulnérabilité aux aléas environnementaux</b>	Forte exposition (encrassement des isolateurs par le sirocco, dilatation thermique des conducteurs aériens, vols de câbles).	Résilience supérieure. Systèmes confinés et modulaires, avec une maintenance préventive pouvant être gérée localement.
<b>Viabilité pour l'hydraulique agricole</b>	Limitée par les chutes de tension affectant le rendement des moteurs asynchrones des pompes immergées.	Excellente. Pompage "au fil du soleil" avec stockage hydraulique gravitaire, éliminant le besoin de batteries électrochimiques.

Source : Réalisé par l'étudiante à partir de la littérature scientifique et des rapports de l'AIE, de l'IRENA, de la Banque Mondiale (ESMAP) et de Sonelgaz.

Pour les applications à vocation productive, et tout particulièrement l'hydraulique pastorale et l'irrigation agricole qui constituent la matrice économique de la steppe de Djelfa, la conception du micro-réseau doit impérativement privilégier le stockage hydraulique au

détriment du stockage électrochimique. L'irrigation des cultures à haute valeur ajoutée, comme la pomme de terre (dont la wilaya consacre plus de 9 200 hectares en production saisonnière et tardive), exige des volumes d'eau colossaux extraits de nappes phréatiques profondes. L'utilisation de parcs de batteries au plomb-acide pour alimenter des pompes immergées de grande puissance est techniquement fragile et financièrement prohibitive en raison de la courte durée de vie des accumulateurs soumis aux températures sahariennes. L'ingénierie recommandée repose sur un dimensionnement surpuissant du champ photovoltaïque couplé à des variateurs de fréquence MPPT (Maximum Power Point Tracking). Le système convertit l'énergie solaire en débit d'eau « au fil du soleil », accumulant l'eau dans des châteaux d'eau ou des bassins en géomembrane. Cette « batterie hydraulique » permet ensuite une irrigation gravitaire nocturne (goutte-à-goutte), limitant l'évapotranspiration et optimisant l'efficacité hydrique.

Il est par conséquent crucial que les documents de planification territoriale de la wilaya de Djelfa (PDAU, plans de développement locaux) institutionnalisent la cartographie de ces « distances critiques ». Pour toute nouvelle agglomération, dechra historique ou groupement pastoral situé au-delà de l'isochrone de rentabilité du réseau conventionnel, la solution du micro-réseau solaire doit être imposée comme le standard d'aménagement par défaut lors des études de faisabilité, transformant la contrainte de l'enclavement en une vitrine technologique de la transition énergétique.

### **5.3.2 Intégration du PV dans les programmes d'habitat rural :**

Le développement socio-économique et la cohésion spatiale de la wilaya de Djelfa reposent de manière structurelle sur la sédentarisation définitive des populations agropastorales et l'endigement de l'exode rural. Pour répondre à ces impératifs démographiques, l'État algérien déploie une politique extrêmement volontariste de soutien à l'habitat rural. Ce soutien se matérialise principalement par l'octroi d'aides financières directes non remboursables, administrées par la Caisse Nationale du Logement (CNL) et le Fonds National de Péréquation des Œuvres Sociales (FNPOS). La dynamique de cette politique est soutenue par les lois de finances successives ; les données officielles indiquent que le Projet de Loi de Finances (PLF) 2025 prévoyait la réalisation de 40 000 aides au logement rural à l'échelle nationale, tandis que le PLF 2026 amplifie considérablement cet effort avec l'inscription d'un programme massif de 300 000 logements ruraux en sus des programmes existants. ([Banque National DeL'habitat, 2026](#))

Toutefois, la concrétisation de cette ambition urbanistique dans les zones d'ombre de la steppe se heurte systématiquement à un paradoxe infrastructurel sévère : le déficit d'électrification. De nombreuses aides à l'habitat rural (dont le montant s'élève à 1 000 000 DA pour les wilayas du Sud et des Hauts Plateaux, et 700 000 DA pour le Nord) sont allouées pour des auto-constructions situées en dehors du périmètre de couverture du réseau de Sonelgaz. Il en résulte la livraison de logements structurellement inexploitable, replongeant immédiatement les familles bénéficiaires dans la précarité énergétique. ([Banque National DeL'habitat, 2026](#))

L'intégration systémique et obligatoire de systèmes solaires photovoltaïques autonomes dans l'architecture juridique et financière des programmes de soutien à l'habitat rural constitue la réponse la plus pragmatique à cette impasse. Actuellement, la subvention de l'État se concentre exclusivement sur le gros œuvre, la maçonnerie et l'architecture civile. Il est impératif de faire évoluer la nomenclature de cette aide étatique en la conditionnant, ou en l'assortissant d'une bonification financière spécifique, destinée à l'acquisition d'un « Kit Solaire Résidentiel Standardisé ». Sur la base du profil de charge typique d'un ménage rural djelfaoui (incluant l'éclairage LED, la réfrigération de classe A++, et les systèmes de communication de base), les besoins journaliers incompressibles sont évalués à environ 3 kWh/jour. Pour satisfaire cette demande tout en intégrant le Performance Ratio (PR) affecté par les pertes thermiques et l'empoussièrément, le dimensionnement optimal d'un tel kit requiert un générateur photovoltaïque d'une puissance crête comprise entre 1 kWc et 1,2 kWc, adossé à un parc de stockage électrochimique (batteries Lithium-Fer-Phosphate LiFePO4 ou Gel Plomb-Acide) capable d'assurer une autonomie stricte de trois jours consécutifs. ([MINISTERE DE L'INTERIEUR, DES COLLECTIVITES LOCALES ET DES TRANSPORTS, 2026](#))

Le cadre normatif et technique encadrant une telle standardisation a d'ores et déjà été élaboré par les institutions nationales. En 2022, le Commissariat aux Énergies Renouvelables et à l'Efficacité Énergétique (CEREFÉ) a publié le *Guide Technique des Installations Solaires Photovoltaïques Autonomes et Raccordées au Réseau Basse Tension*. Ce référentiel exhaustif détaille les règles de l'art, les prescriptions de câblage, le calibrage des onduleurs hybrides et les normes de sécurité (mise à la terre, protection foudre) indispensables à la viabilité d'un système domestique. L'incorporation juridique des exigences de ce guide technique du CEREFÉ au sein des cahiers des charges de la CNL pour l'habitat rural permettrait non seulement de garantir la sécurité des personnes, mais également de protéger le marché contre l'afflux d'équipements importés de qualité inférieure, dont l'obsolescence rapide détruit la confiance des usagers ruraux dans la technologie solaire. ([CEREFÉ, 2022](#))

Néanmoins, la simple électrification photovoltaïque des habitations ne saurait masquer la problématique sous-jacente de la précarité thermique, particulièrement aiguë dans la région de Djelfa. Le climat semi-aride à tendance continentale de cette portion des Hauts Plateaux se caractérise par des hivers longs et excessivement rigoureux — avec des températures minimales absolues pouvant chuter jusqu'à -13,8 °C — et des étés torrides. Le modèle d'auto-construction actuel, reposant majoritairement sur l'usage de parpaings en ciment creux sans aucune isolation périphérique, engendre des habitations fonctionnant comme de véritables passoires thermiques. La demande de chauffage constitue le premier poste de dépense énergétique des ménages. Le recours au chauffage électrique par effet Joule s'avère techniquement irréalisable pour un système solaire hors réseau de petite capacité (les besoins thermiques pour une maison standard de 100 m<sup>2</sup> oscillant entre 6 840 et 8 360 kWh/an). Conséquemment, les foyers ruraux maintiennent une dépendance massive au gaz butane, un combustible dont la logistique d'approvisionnement en hiver est précaire et dont l'empreinte carbone demeure très lourde (environ 3 900 kg CO<sub>2</sub>eq/an par foyer).

Pour résoudre cette inadéquation thermique, l'intégration du photovoltaïque doit s'insérer dans une politique beaucoup plus large d'éco-construction (Eco-bat). L'Algérie a déjà

inscrit l'isolation thermique des bâtiments comme une action phare de ses Contributions Déterminées au niveau National (CDN) dans le cadre de la lutte contre le changement climatique, appuyée par des textes tels que le décret exécutif n° 2000-09. Pour la wilaya de Djelfa, la mise en œuvre de cette politique d'habitat rural durable doit s'articuler autour des directives suivantes : ([MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA QUALITÉ DE LA VIE, 2024](#))

Premièrement, l'architecture bioclimatique et l'efficacité passive doivent primer. Avant même de dimensionner le générateur solaire, la conception des plans de l'habitat rural (souvent standardisés par les services de l'urbanisme) doit maximiser les apports solaires passifs hivernaux par une orientation optimale des façades vers le Sud, et minimiser les déperditions thermiques par l'intégration obligatoire de doubles vitrages et d'isolants thermiques adaptés (idéalement biosourcés ou produits localement). Les expérimentations scientifiques menées sur des prototypes de logements à Haute Performance Énergétique (HPE) à Djelfa démontrent sans équivoque que l'amélioration de l'enveloppe du bâtiment permet de réduire les besoins de chauffage de 57 % et la charge de climatisation de 51 %.

Deuxièmement, la diversification des vecteurs thermiques solaires s'impose. Outre la génération d'électricité via les modules photovoltaïques, le programme d'habitat rural doit inclure la généralisation des Chauffe-Eaux Solaires (CES) individuels. Cette technologie, parfaitement mûre et hautement performante sous l'irradiation de la steppe, permet d'éliminer la part de consommation de gaz butane destinée à la production d'eau chaude sanitaire.

En conjuguant une isolation thermique rigoureuse (réduisant la facture de chauffage), l'intégration de chauffe-eaux solaires et le déploiement de kits photovoltaïques normés par le CEREFÉ, l'aide étatique au logement rural ne financera plus de simples abris précaires, mais des unités d'habitation énergétiquement résilientes, scellant ainsi l'ancrage durable des populations dans les zones steppiques.

### **5.3.3 Approche participative : implication des communes et des habitants :**

Le succès du déploiement massif des technologies photovoltaïques dans les territoires ruraux de la wilaya de Djelfa ne repose pas exclusivement sur l'ingénierie technique, mais est organiquement lié à l'appropriation sociétale et institutionnelle de ces systèmes. L'analyse des bilans du CEREFÉ relatifs aux précédents programmes d'électrification hors réseau met en lumière une vulnérabilité opérationnelle majeure : de nombreux kits solaires distribués dans les zones isolées ont été abandonnés par leurs bénéficiaires à la suite d'une défaillance technique mineure. Cette obsolescence fonctionnelle prématurée s'explique par l'absence d'un écosystème de maintenance de proximité et par un déficit de formation des usagers ruraux. Ce constat clinique impose un changement radical de gouvernance, exigeant de placer les Assemblées Populaires Communales (APC) et les citoyens au centre d'une approche participative de la transition énergétique. ([CEREFÉ, 2026](#))

Les collectivités locales doivent s'affranchir de leur rôle traditionnel de simples consommatrices passives d'énergie — souvent asphyxiées budgétairement par les factures d'électricité des édifices publics et de l'éclairage classique — pour devenir de véritables gestionnaires territoriaux proactifs. Cette dynamique est actuellement soutenue et

institutionnalisée par le projet phare de coopération bilatérale « Communes Vertes » (Green Municipalities). Initié en avril 2020 et étendu jusqu'en 2025, ce projet stratégique est mis en œuvre par l'Agence Allemande de Coopération Internationale (GIZ) en partenariat direct avec le Ministère de l'Intérieur, des Collectivités Locales et de l'Aménagement du Territoire (MICLAT) et l'Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Énergie (APRUE). Doté d'un financement initial de 8,8 millions d'euros, complété par une enveloppe additionnelle de 3,8 millions d'euros pour de nouvelles opérations de transition énergétique, ce projet inclut la wilaya de Djelfa parmi ses zones d'intervention pilotes. (giz, 2026) (giz, 2026)

Le programme « Communes Vertes » a pour objectif l'élaboration et la mise en œuvre de plans d'action énergétiques communaux, la réalisation d'audits des infrastructures, et l'amélioration de la gestion énergétique locale dans une logique d'atténuation climatique et de rentabilité financière. Pour ancrer cette approche participative au niveau des 36 communes de la wilaya de Djelfa, les actions doivent se structurer autour de plusieurs axes fondamentaux : (giz, 2026) (giz, 2021) (Communes Vertes , 2026) (gis, APRUE, & RCREEE, 2024)

En premier lieu, l'APC doit assumer un rôle d'exemplarité énergétique absolue. Conformément à la circulaire conjointe émise par le MICLAT et le Ministère de l'Énergie, exhortant les collectivités à la rationalisation énergétique, les exécutifs communaux doivent prioriser la solarisation des édifices relevant de leur tutelle directe. La conversion de l'éclairage public, particulièrement énergivore, en systèmes autonomes est une priorité absolue. À l'échelle nationale, le parc d'éclairage public solaire a connu une croissance spectaculaire, passant de 13 723 points lumineux en 2020 à plus de 62 018 en 2023, évitant l'émission de centaines de milliers de tonnes de CO<sub>2</sub>. De même, l'électrification photovoltaïque des écoles primaires rurales (plus de 914 établissements déjà équipés en Algérie) permet de garantir le confort thermique et l'accès aux outils pédagogiques numériques. L'installation d'un candélabre solaire ou la solarisation d'une cantine scolaire au cœur d'une zone d'ombre à Djelfa possède une valeur démonstrative inestimable : elle matérialise la fiabilité de l'énergie renouvelable aux yeux de la population rurale et catalyse l'acceptabilité sociale de la transition. (Ministère de l'énergie, 2026)

En deuxième lieu, l'approche participative nécessite la structuration d'une sensibilisation citoyenne continue. Le passage d'un modèle d'alimentation électrique subventionné par le réseau national, psychologiquement perçu comme inépuisable, à un modèle autonome dont la capacité de stockage par batteries est strictement limitée, exige une révolution comportementale. Les APC, en s'appuyant sur la société civile et les associations locales, doivent inculquer la culture de la sobriété et de l'efficacité énergétique. Les usagers des zones rurales doivent être formés à la gestion intelligente de la demande (Demand Side Management), apprenant par exemple à synchroniser l'utilisation des équipements électroménagers énergivores avec les heures de fort ensoleillement zénithal afin de préserver les cycles de vie des batteries.

En troisième lieu, la durabilité des installations exige la création d'un tissu local de maintenance, générateur d'emplois verts. La fiabilité des micro-réseaux et des stations de pompage agricole dépend intrinsèquement de l'existence d'une main-d'œuvre qualifiée à

l'échelle de la daïra ou de la commune. Les dysfonctionnements liés à la régulation de charge ou à la perte de rendement due à l'empoussièrisme sévère des panneaux par les tempêtes de sable doivent être diagnostiqués et réparés rapidement. Pour ce faire, les APC doivent travailler en étroite synergie avec le secteur de la Formation et de l'Enseignement Professionnels, lequel a enregistré un saut quantitatif notable en formant 2 351 diplômés spécialisés en énergies renouvelables entre 2020 et 2023 au niveau national. Les communes de Djelfa doivent encourager ces diplômés à se constituer en micro-entreprises ou en coopératives de maintenance. L'expérience pilote validée par le CEREFÉ dans la commune de Guenzet (Sétif), où une micro-entreprise locale a déployé avec succès un système de contrôle centralisé et intelligent (gestion à distance du chauffage, de l'éclairage et du pompage via l'opérateur Mobilis) pour les écoles et mosquées, démontre la pertinence de déléguer la gestion technique du patrimoine communal à des jeunes compétences locales. (F./APS, 2026) (Transition énergétique / Le CEREFÉ souligne l'importance des solutions technologiques, 2026)

Enfin, cette dynamique exige un renforcement massif des capacités institutionnelles (Capacity Building) au sein des mairies. Le projet « Communes Vertes 2 » a d'ores et déjà permis la formation de plus de 280 cadres locaux et élus en matière de gestion durable de l'énergie. Les communes de la wilaya de Djelfa doivent pérenniser cet acquis en instituant la fonction d'« Économe de Flux » au sein de leurs organigrammes. Ces techniciens spécialisés auront la charge de monitorer les consommations du patrimoine communal, de planifier les opérations de maintenance préventive des parcs solaires, et de monter les dossiers techniques nécessaires pour capter les financements climatiques et les subventions étatiques. (CDER, 2025) (ALGERIA PRESS SERVICE, 2026)

#### **5.3.4 Recommandations pour une politique énergétique territoriale décentralisée :**

L'accélération de la transition énergétique et la résorption définitive des déséquilibres spatiaux dans la wilaya de Djelfa ne sauraient se concrétiser sous le seul prisme du modèle monolithique centralisé. Historiquement, le secteur électrique algérien s'est structuré autour de l'entreprise publique Sonelgaz, érigée en opérateur pivot cumulant les monopoles de la production, du transport et de la distribution d'énergie, conformément au mandat régalien hérité de l'indépendance et structuré par la loi 02-01 de 2002. Bien que cette architecture institutionnelle ait permis au pays d'atteindre un taux d'électrification exceptionnel de 99 % , son hyper-centralisation freine l'agilité logistique requise pour déployer, exploiter et maintenir des myriades de micro-réseaux et de systèmes autonomes disséminés dans la topographie complexe de la steppe. (CEREFÉ, 2026)

L'émergence d'une véritable politique énergétique territoriale décentralisée requiert par conséquent une refonte de la gouvernance locale. Celle-ci doit s'articuler autour d'une synergie opérationnelle triangulaire unissant les démembrements de l'État (Sonelgaz, Directions de wilaya), les collectivités territoriales, et un secteur privé national en pleine maturation. Pour la

wilaya de Djelfa, cette gouvernance décentralisée repose sur l'activation des recommandations stratégiques suivantes : (Chabane & AIT TALEB Abdelhamid, 2026)

### **1. Opérationnalisation et territorialisation du Compte d'Affectation Spéciale (FNMEERC) :**

Le frein majeur au déploiement des infrastructures solaires décentralisées en milieu rural demeure la mobilisation des capitaux d'investissement (CAPEX). L'arsenal juridique algérien dispose pourtant d'un instrument financier puissant : le compte d'affectation spéciale n° 302-131, officiellement intitulé « Fonds National pour la Maîtrise de l'Énergie et pour les Énergies Renouvelables et de la Cogénération » (FNMEERC). Régi par le décret exécutif n° 15-319 de décembre 2015 et précisé par l'arrêté interministériel du 24 février 2022, ce fonds alimenté notamment par une quote-part de la fiscalité énergétique et des taxes d'efficacité est placé sous la tutelle du ministère en charge de la transition énergétique, avec l'APRUE agissant comme entité opérationnelle. Il est crucial de souligner que la deuxième section de l'arrêté de 2022 traite explicitement du financement des actions et des projets d'énergies renouvelables « non raccordés au réseau électrique national », évaluant les besoins et fixant les modalités d'intervention. Les autorités locales de Djelfa (wilaya et daïras) doivent se saisir urgemment de ce levier. Plutôt que de grever leurs budgets primitifs de fonctionnement, les collectivités locales doivent constituer des portefeuilles de projets matures (micro-réseaux pour villages isolés, électrification de stations de pompage pastoral) et les soumettre au FNMEERC. La territorialisation de ce fonds garantira la viabilité financière de la décentralisation en couvrant les surcoûts inhérents à l'enclavement. (JOURNAL OFFICIEL, 2017)

### **2. Clarification de la régulation et intégration des micro-puissances au réseau :**

Si les systèmes autonomes (off-grid) répondent à l'urgence de l'isolement extrême, la transition énergétique territoriale englobe également la production d'énergie solaire au cœur des zones urbaines et périurbaines (grid-connected). L'instance de régulation, la Commission de Régulation de l'Électricité et du Gaz (CREG), dotée de l'autonomie financière et de la personnalité juridique par la loi 02-01, joue un rôle nodal. Cependant, l'injection de petites puissances photovoltaïques (toitures de bâtiments communaux, PME agricoles) sur le réseau de distribution Basse Tension souffre encore de barrières réglementaires limitant l'autoconsommation avec revente du surplus. L'un des axes de travail explicites du projet « Communes Vertes » est précisément la proposition d'un texte réglementaire régissant l'injection de ces petites puissances PV communales au réseau de distribution. La CREG doit accélérer l'adoption de ce cadre, en instaurant des mécanismes transparents de comptage net (net-metering) ou des tarifs d'achat garantis (Feed-in Tariffs) adaptés aux capacités inférieures à 1 MW. La stabilité et la lisibilité de ces règles du jeu (Grid Code, tarifs) sont indispensables pour réduire la prime de risque perçue par les investisseurs privés et libérer le potentiel d'autoconsommation des acteurs locaux. (Appui aux politiques de développement des énergies, 2022) (giz, 2021)

### **3. Valorisation des Partenariats Public-Privé (PPP) et émergence des IPP locaux :**

La massification de l'électrification rurale solaire ne peut s'accomplir sans l'implication vigoureuse du secteur privé. Si l'État, via SKTM (filiale de Sonelgaz), se concentre légitimement sur le développement des grandes centrales solaires hybrides ou connectées de plus de 10 MW (à l'instar de la centrale d'Aïn El-Ibel et de ses futures extensions) , le déploiement capillaire des systèmes photovoltaïques de faible puissance dans la steppe doit être délégué à l'initiative privée. La wilaya de Djelfa compte déjà des entreprises spécialisées dans l'installation de pompes solaires et d'équipements hydrauliques. Il est recommandé de structurer des Partenariats Public-Privé (PPP) innovants à l'échelle locale. Sous forme de concessions communales, de petites entreprises privées pourraient se positionner en tant que Producteurs Indépendants d'Électricité (IPP - Independent Power Producers) pour construire, exploiter et maintenir des micro-réseaux villageois hybrides. Pour garantir la transparence de ces marchés locaux, la mise en place d'un portail national unique et digitalisé dédié aux appels d'offres en énergies renouvelables s'impose comme une nécessité absolue, favorisant la libre concurrence et l'émergence d'un tissu de sous-traitance industrielle robuste. (Khirennas, Abdelaziz Talha , Abdelhamid Kaabeche, & Yahia Bakelli, 2021)

### **4. Ancrage scientifique et R&D territoriale (Université Ziane Achour) :**

Enfin, une politique de gouvernance décentralisée reste incomplète sans une assise scientifique ancrée dans le territoire. Les spécificités bioclimatiques de Djelfa (variations d'albédo, empoussièrément par les particules de sable, caractéristiques hydrogéologiques des nappes albiennes) exigent que la recherche et développement (R&D) s'affranchisse des modèles théoriques génériques pour apporter des solutions in situ. La synergie institutionnelle doit obligatoirement intégrer l'Université Ziane Achour de Djelfa et les antennes régionales de l'Établissement Public à Caractère Scientifique et Technologique (EPST) CDER (Centre de Développement des Énergies Renouvelables). Les chercheurs locaux, à travers les Programmes Nationaux de Recherche (PNR) pilotés par des figures académiques comme le Professeur Laaroussi Kouider ou le Dr. Azlaoui Mohamed, mènent déjà des travaux fondamentaux sur l'optimisation des performances des systèmes de pompage solaire et sur la modélisation des impacts du prélèvement hydrique sur les aquifères sahariens. Les autorités de la wilaya et les APC doivent financer et s'appuyer sur ces laboratoires universitaires pour dimensionner techniquement les appels d'offres, évaluer scientifiquement les impacts des micro-réseaux sur les écosystèmes pastoraux et garantir l'adéquation entre l'innovation technologique et la préservation de la ressource en eau. (Ibtissem & Merazza Nesrine, 2024)

## Conclusion :

L'analyse multidimensionnelle menée au sein de ce chapitre démontre que l'électrification solaire hors réseau transcende la simple innovation technologique pour s'ériger en véritable levier de rééquilibrage spatial et de justice sociale à Djelfa. Les avancées empiriques constatées sur le terrain sont indéniables : le déploiement soutenu de kits photovoltaïques individuels et la prolifération des systèmes de pompage ont radicalement modernisé la gestion des ressources hydriques, stimulé la résilience des exploitations agropastorales et sanctuarisé le fonctionnement vital des infrastructures de santé dans les territoires les plus isolés.

Néanmoins, comme le souligne notre discussion, la pérennité de cette transition demeure entravée par des fragilités systémiques profondes. La vulnérabilité des équipements face à l'abrasion steppique et aux amplitudes thermiques, conjuguée à un déficit criant de compétences locales pour assurer la maintenance, limite l'appropriation technologique par les communautés. De surcroît, les barrières financières initiales et le manque de coordination opérationnelle entre les acteurs institutionnels freinent encore le passage à une échelle industrielle de ces solutions décentralisées.

Pour surmonter ces impasses, l'avenir énergétique de la wilaya exige un changement de paradigme audacieux. Le développement massif de micro-réseaux villageois hybrides et l'intégration systématique des normes d'efficacité thermique et du solaire dans les programmes d'habitat rural s'imposent comme des perspectives incontournables. Au-delà de la stricte réponse aux besoins primaires, cette trajectoire offre une formidable opportunité de développement socio-économique endogène. En favorisant l'émergence d'emplois verts locaux et en instaurant une gouvernance énergétique véritablement participative, la steppe de Djelfa possède le potentiel inédit pour devenir un modèle national de résilience territoriale et de transition énergétique inclusive

# CONCLUSION GÉNÉRALE

### Conclusion générale :

Face aux défis croissants de la transition énergétique mondiale et aux exigences du développement durable, les énergies renouvelables, en particulier l'énergie solaire photovoltaïque, constituent aujourd'hui une alternative stratégique permettant de répondre simultanément aux enjeux énergétiques, économiques, sociaux et environnementaux. Pour l'Algérie, qui dispose d'un potentiel solaire parmi les plus importants au monde, la valorisation de cette ressource représente une opportunité majeure pour diversifier le mix énergétique et renforcer la sécurité énergétique nationale.

La présente étude avait pour objectif d'évaluer la faisabilité de l'intégration des systèmes photovoltaïques autonomes (Off-grid) comme solution d'électrification des zones rurales isolées de la wilaya de Djelfa. Pour ce faire, elle s'est appuyée sur une analyse du contexte énergétique national, des caractéristiques territoriales de la wilaya, de son potentiel solaire ainsi que sur une comparaison technique, économique et environnementale entre les systèmes photovoltaïques autonomes et l'extension du réseau électrique conventionnel.

Les résultats obtenus montrent que la wilaya de Djelfa bénéficie de conditions naturelles particulièrement favorables au développement du photovoltaïque grâce à un ensoleillement élevé et à une importante disponibilité des ressources solaires. Ils démontrent également que l'extension du réseau électrique dans les zones à habitat dispersé demeure coûteuse et techniquement contraignante, alors que les systèmes photovoltaïques autonomes constituent une solution plus flexible, plus rentable et mieux adaptée aux réalités territoriales.

L'étude met également en évidence les retombées positives de ces systèmes sur le développement local, notamment à travers l'amélioration des conditions de vie des populations rurales, le soutien aux activités agricoles, le renforcement de l'accès aux services essentiels, la réduction de l'exode rural ainsi que la diminution des émissions de gaz à effet de serre.

Au regard des résultats obtenus, les hypothèses formulées au début de cette recherche peuvent être considérées comme globalement validées. Les systèmes photovoltaïques autonomes apparaissent comme une solution techniquement fiable, économiquement pertinente et écologiquement durable pour l'électrification des zones rurales isolées de la wilaya de Djelfa, sous réserve d'un accompagnement institutionnel, financier et réglementaire approprié.

À cet effet, les principales recommandations proposées sont les suivantes :

- Renforcer les investissements publics consacrés à l'électrification solaire des zones rurales isolées.
- Mettre en place des mécanismes de financement et des incitations destinés aux ménages ruraux et aux exploitations agricoles.
- Encourager le développement d'une industrie nationale de fabrication des équipements photovoltaïques.
- Renforcer la coopération entre les institutions publiques, les centres de recherche et les universités afin de développer des solutions adaptées aux spécificités climatiques des Hautes Plaines.
- Généraliser l'utilisation des Systèmes d'Information Géographique (SIG) et de la télédétection pour la planification des projets photovoltaïques.

- Développer la formation des ressources humaines dans les domaines de l'installation, de l'exploitation et de la maintenance des systèmes photovoltaïques.
- Sensibiliser les populations locales à l'utilisation rationnelle de l'énergie et aux avantages des énergies renouvelables.
- Encourager de futures recherches portant sur le stockage de l'énergie, les réseaux intelligents, l'hydrogène vert ainsi que les analyses économiques à long terme.

En définitive, la réussite de la transition énergétique ne dépend pas uniquement de l'abondance des ressources naturelles, mais également de la qualité de la gouvernance, de la planification territoriale et de la mobilisation des compétences scientifiques et techniques. Grâce à son potentiel solaire exceptionnel et à l'étendue de ses espaces ruraux, la wilaya de Djelfa constitue un territoire pilote capable de démontrer la pertinence des solutions photovoltaïques décentralisées et de contribuer efficacement à un développement territorial durable, à la sécurité énergétique nationale et à la protection de l'environnement.

### Références bibliographiques :

#### 1. Livres

- Duffie, J. A., & Beckman, W. A. (2013). *Solar Engineering of Thermal Processes*.

#### 2. Thèses, mémoires et projets de fin d'études

- Ali, T. (2024). *Etude et dimensionnement d'une installation photovoltaïque destinée à alimenter en énergie électrique la faculté ST de l'université de Tissemsilt*.
- Berkas, Y., & Tarek Boudjerda. (2020). *Modélisation et simulation d'un système de pompage photovoltaïque*.
- BOYE, Y. (2016). *Réalisation de cellules solaires intégrées par oxydation localisée d'un substrat de silicium fritté poreux*.
- Sabrina, B., & Habarek Mounira. (s.d.). *Amélioration d'un Réseau Aérien Basse Tension du village IGHIL BOUDJIMAA TIGZIRT*.

#### 3. Articles scientifiques

- A., H., Djenane, A.-M., & Chettouh, B. (2021). *Impact bioéconomique du projet de plantation pastorale sur les parcours steppiques de la wilaya de Djelfa, Algérie*.
- Rachid, O. (2025). *Remote Sensing Assessment Of Pastoral Plantation Efficiency In Combating Desertification: Analysis Of NDVI Evolution, Rainfall Correlation And Pastoral Management Impact In Djelfa Steppe (2005–2025)*.
- Z., B., Bouaziz, O., Medjoudj, R., & Aïssani, D. (2021). *Planification du réseau de distribution d'énergie électrique pour la nouvelle ville de Oued Ghir (Ighzer Ouzarif)*.
- ZEGAIT, R., Bentraia, M. R., BENSABA, H., & Azlaoui, M. (2022). *Comparative Study of a Pumping System Using Conventional and Photovoltaic Power in the Algerian Sahara (Application to Pastoral Wells)*.

#### 4. Rapports institutionnels et documents officiels

- BESSAOUD, O., CIHEAM-IAM-Montpellier, & UMR Moisa. (s.d.). *La stratégie de développement rural en Algérie*.
- CEREF. (2023). *Bilan des Capacités d'Energies Renouvelables Installées en Algérie à Fin 2023*.
- IEA. (2023).
- IRENA. (2022).
- KFW, GIZ, & IRENA. (2021). *La transition vers les énergies renouvelables en Afrique*.
- Ministère de la Transition Energétique. (2020). *Le photovoltaïque : choix technologiques, enjeux matières et opportunités industrielles*.
- Ministère de l'Aménagement du territoire, de l'Environnement et du Tourisme. (2025). *Schéma National d'Aménagement du Territoire*.
- REN21. (2023).
- Sonelgaz. (2025). *Sonelgaz Pilote de la transition énergétique en Algérie*

### 5. Guides et documents techniques

- Amadou, N. T. (2013). *Généralités sur le photovoltaïque*.
- eifnixu. (2022). *Guide technique installations solaires 2022*.
- Neji, A. (2018). *Calcul de la Chute de Tension BT*.
- TAMI, E. Y. (s.d.). *Production d'énergie électrique*.

### 6. Sites web et ressources électroniques

- Appropedia.org. (2020). *Analyse du cycle de vie (ACV) des panneaux PV en silicium*.
- CDER. (2020). *Énergie : généraliser l'électricité solaire dans le secteur agricole*.
- Centrales Villageoises Photovoltaïques. *Fiche centrales villageoises photovoltaïques*.
- EDF Solutions Solaires. *Panneaux photovoltaïques et bilan carbone : tout comprendre !*
- Organisation mondiale de la Santé (OMS). *E003: Refrigerators and Freezers*.
- Ministère de l'Intérieur, des Collectivités Locales et des Transports. *Au profit de la wilaya de Djelfa*.
- Ministère de l'Intérieur, des Collectivités Locales et des Transports. *Le défi de la prise en charge des zones d'ombre et la lutte contre les déséquilibres en matière de développement*.
- Planète Énergies. *L'analyse du cycle de vie d'un panneau photovoltaïque*.
- VENTEC Énergie. *Le photovoltaïque : qu'est-ce que c'est ?*

### Liste des figures

Figure 1: Évolution de la production et de la consommation d'électricité en Algérie (2010–2024).....	10
Figure 2: Carte de localisation de la wilaya de Djelfa en Algérie.....	34
Figure 3: Représentation tridimensionnelle du relief de la wilaya de Djelfa.....	36
Figure 4: Courbe des températures moyennes mensuelles à Djelfa (2023).....	38
Figure 5 : Courbe des précipitations moyennes mensuelles à Djelfa (2023).....	41
Figure 6 : Répartition mensuelle des heures de jour et des heures d'ensoleillement à Djelfa (2024).....	44
Figure 7: Evolution de la population de la wilaya de Djelfa selon les différents RGPH (1966–2008).....	47
Figure 8: Répartition de la population par type d'agglomération dans la wilaya de Djelfa ....	49
Figure 9: Répartition des activités économiques dominantes dans la wilaya de Djelfa (2022).....	52
Figure 10: Représentation graphique des lignes THT et HT de transport électrique dans la wilaya de Djelfa selon le niveau de tension.....	58
Figure 11: Représentation graphique des départs MT (30 KV) et des longueurs des réseaux électriques à travers la wilaya de Djelfa.....	61
Figure 12 : Taux de raccordement à l'électricité par commune dans la wilaya de Djelfa (2025).....	64
Figure 13: Ratio moyen de longueur de réseau par logement selon la daïra.....	89
Figure 14: Statut des exploitations agricoles et accès aux sources d'énergie.....	97
Figure 15 : Carte de répartition spatiale des exploitations agricoles raccordées au réseau électrique par commune dans la wilaya de Djelfa.....	98
Figure 16: Irradiation solaire quotidienne moyenne dans la région de Djelfa.....	122
Figure 17: Carte de répartition spatiale du rayonnement solaire moyen annuel dans la wilaya de Djelfa (1991-2024).....	127
Figure 18: Carte des pentes de la wilaya de Djelfa et des contraintes topographiques.....	129
Figure 19: Carte de l'orientation des versants dans la wilaya de Djelfa.....	131
Figure 20: Carte de reclassification de l'occupation du sol selon son aptitude à l'implantation des systèmes photovoltaïques dans la wilaya de Djelfa.....	133
Figure 21: Carte du réseau routier et de l'accessibilité spatiale dans la wilaya de Djelfa. ....	135
Figure 22 : Carte de reclassification des critères d'évaluation spatiale selon la méthode AHP.....	137
Figure 23: Carte d'aptitude finale à l'implantation de projets solaires photovoltaïques dans la wilaya de Djelfa. ....	138
Figure 24: Potentiel photovoltaïque installable par commune rurale dans l'ancienne wilaya de Djelfa.....	152
Figure 25: Comparaison des coûts estimatifs entre les infrastructures de raccordement électrique rural et les principaux composants d'un système photovoltaïque autonome.....	158
Figure 26: Répartition des indicateurs sociaux et énergétiques dans les zones isolées de Djelfa en 2023.....	165
Figure 27: Impact de l'énergie solaire sur les activités économiques rurales à Djelfa.....	168
Figure 28: Programmes de développement et impacts socio-économiques dans la wilaya de Djelfa.....	172

## Liste des tableaux

---

---

### Liste des tableaux :

Tableau 1: Rôle des institutions du secteur énergétique en Algérie	19
Tableau 2: Évolution chronologique des réalisations des énergies renouvelables en Algérie	23
Tableau 3: Données relatives au raccordement électrique des exploitations agricoles dans certaines communes de la wilaya de Djelfa	27
Tableau 4: Température moyenne annuelle (2023) (°C)	37
Tableau 5: Répartition mensuelle des précipitations moyennes et du nombre de jours de pluie (2023)	39
Tableau 6: Durée moyenne du jour et durée moyenne d'ensoleillement à Djelfa (2024)	42
Tableau 7: Evolution de la population de la wilaya de Djelfa selon les recensements	46
Tableau 8: Répartition de la population selon le type d'agglomération dans la wilaya de Djelfa	48
Tableau 9: Répartition des activités économiques dominantes dans la wilaya de Djelfa (2022)	51
Tableau 10: Principaux postes d'interconnexion et de transformation du réseau électrique dans la wilaya de Djelfa (2022)	54
Tableau 11: Répartition des lignes électriques à haute et très haute tension dans la wilaya de Djelfa	56
Tableau 12: Répartition des lignes de moyenne tension (30 kV) dans la wilaya de Djelfa (2022)	58
Tableau 13: Taux de raccordement à l'électricité par commune dans la wilaya de Djelfa (2025)	63
Tableau 14: Typologie territoriale et niveaux d'électrification des communes de La Wilaya de Djelfa selon les caractéristiques démographiques et infrastructurelles	65
Tableau 15: Répartition de la population par type d'agglomération (2024)	77
Tableau 16: Répartition des longueurs du réseau électrique par commune (2023)	78
Tableau 17: Programme de réalisation des réseaux MT/BT et équipements par commune	78
Tableau 18: Taux d'électrification des logements par commune (2025)	79
Tableau 19: Indicateurs d'extension des réseaux MT/BT dans la daïra de Charef	81
Tableau 20: Indicateurs d'extension des réseaux MT/BT dans la daïra de l'Idrissia	83
Tableau 21: Indicateurs d'extension des réseaux MT/BT dans la daïra de Messaâd	85
Tableau 22: Impact de la dispersion sur la desserte électrique	88
Tableau 23: Contraintes foncières entravant l'extension des réseaux dans les zones rurales de Djelfa	92
Tableau 24: Caractéristiques de l'électrification selon le type d'habitat (groupé vs dispersé)	93
Tableau 25: Paramètres et estimation de la consommation électrique des ménages en Algérie	94
Tableau 26: Statut des exploitations agricoles et accès aux sources d'énergie 2026	96
Tableau 27: Besoins énergétiques typiques des infrastructures rurales	102
Tableau 28: État de raccordement des exploitations agricoles par commune	103

## Liste des tableaux

Tableau 29: Analyse du déficit entre les réalisations et les besoins dans les zones d'ombre : cas de Djelfa .....	104
Tableau 30: Politiques et stratégies d'électrification rurale en Algérie : une analyse chronologique (1962–2030) .....	107
Tableau 31: Évolution du secteur de l'énergie et de l'électrification rurale dans la wilaya de Djelfa (2022–2030) .....	108
Tableau 32: Répartition des projets d'électrification rurale par daïra dans la wilaya de Djelfa : logements ciblés, budget alloué et taux d'avancement (mi-2024) .....	112
Tableau 33: Coût des réseaux de distribution électrique selon le type de réseau, le niveau de tension et leurs composantes techniques .....	113
Tableau 34: Comparaison du coût unitaire par foyer raccordé au réseau électrique.....	114
Tableau 35: Impact du vandalisme sur les infrastructures (Données 2025–2026).....	115
Tableau 36: Estimation des prix des panneaux solaires selon la puissance .....	117
Tableau 37 Comparaison des données du rayonnement solaire global horizontal (GHI) issues de différentes bases de données pour la période 2020–2025 .....	123
Tableau 38: Synthèse des données géospatiales et climatiques utilisées pour la modélisation du potentiel solaire. ....	125
Tableau 39 : Reclassification du rayonnement solaire moyen annuel et attribution des scores d'aptitude (AHP).....	126
Tableau 40: Reclassification de la pente et attribution des scores d'aptitude (AHP).....	128
Tableau 41 : Reclassification de l'orientation des versants (Aspect) et scores d'aptitude .....	130
Tableau 42: Reclassification des classes d'occupation du sol et scores d'aptitude AHP .....	132
Tableau 43: Reclassification de la distance au réseau routier et scores d'aptitude AHP .....	134
Tableau 44: Comparaison des paramètres techniques et du potentiel solaire moyen dans différentes régions climatiques d'Algérie (Littoral, Hauts Plateaux et Sahara).....	139
Tableau 45: Caractéristiques techniques de centrale photovoltaïque de Aïn El-Ibel .....	141
Tableau 46: Applications des systèmes photovoltaïques Off-grid et impacts réalisés aux niveaux nationaux et régional .....	143
Tableau 47: Synthèse du dimensionnement d'un système de pompage photovoltaïque pour une exploitation maraîchère à Aïn Oussara (Wilaya de Djelfa).....	147
Tableau 48: Synthèse analytique des Programmes Nationaux de Recherche (PNR) appliqués aux secteurs agricole et énergétique à l'Université Ziane Achour de Djelfa (Horizon 2026).149	
Tableau 49: Estimation du potentiel photovoltaïque installable dans certaines communes rurales de l'ancienne wilaya de Djelfa .....	151
Tableau 50: Estimation des besoins énergétiques journaliers d'un ménage rural type alimenté par un système photovoltaïque autonome .....	153
Tableau 51: Coûts moyens et durée de vie des principaux composants d'un système photovoltaïque autonome en Algérie (2024) .....	155
Tableau 52: Estimation des coûts des infrastructures de raccordement électrique en milieu rural en Algérie (2025) .....	156

## Liste des tableaux

---

---

Tableau 53: Tarification de l'électricité basse tension pour les clients résidentiels en Algérie (CREG, 2024).....	157
Tableau 54: Seuil de rentabilité du raccordement électrique conventionnel par rapport aux solutions photovoltaïques en milieu rural .....	159
Tableau 55: Indicateurs sociaux et programmes solaires dans les zones d'ombre de la wilaya de Djelfa .....	164
Tableau 56: Impact de l'énergie solaire sur les activités économiques rurales à Djelfa .....	167
Tableau 57: Indicateurs des programmes de développement et de l'impact socio-économique à Djelfa .....	171
Tableau 58: Impact des conditions environnementales sur les performances et la durabilité des systèmes photovoltaïques .....	173
Tableau 59: Évolution des coûts des composants des systèmes photovoltaïques en Algérie (2020-2026).....	175
Tableau 60: Comparaison technico-économique entre l'extension du réseau électrique conventionnel et les micro-réseaux solaires hybrides pour l'électrification des zones rurales Isolées.....	180

## Liste des abréviations

<b>Abréviation</b>	<b>Signification</b>
<b>AHP</b>	Analytic Hierarchy Process (Processus d'analyse hiérarchique)
<b>APRUE</b>	Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Énergie
<b>BT</b>	Basse Tension
<b>CDER</b>	Centre de Développement des Énergies Renouvelables
<b>CEREFÉ</b>	Commissariat aux Énergies Renouvelables et à l'Efficacité Énergétique
<b>CO<sub>2</sub> (ou CO<sub>2</sub>)</b>	Dioxyde de carbone
<b>CREDEG</b>	Centre de Recherche et de Développement de l'Électricité et du Gaz
<b>CREG</b>	Commission de Régulation de l'Électricité et du Gaz
<b>DA</b>	Dinar Algérien
<b>EIA</b>	Energy Information Administration (Administration américaine d'information sur l'énergie)
<b>ENR</b>	Énergies Renouvelables
<b>ERA5</b>	ECMWF Re-Analysis 5 (Jeu de données de réanalyse climatique)
<b>FNMEERC</b>	Fonds National pour la Maîtrise de l'Énergie et pour les Énergies Renouvelables et de Cogénération
<b>GES</b>	Gaz à Effet de Serre
<b>GHI</b>	Global Horizontal Irradiance (Rayonnement solaire global horizontal)
<b>GW</b>	Gigawatt
<b>GWh</b>	Gigawatt-heure
<b>ha</b>	Hectare
<b>HT</b>	Haute Tension

## Liste des abréviations

<b>Abréviation</b>	<b>Signification</b>
<b>IPP</b>	Independent Power Producer (Producteur indépendant d'électricité)
<b>kV</b>	Kilovolt
<b>kWh</b>	Kilowatt-heure
<b>LCOE</b>	Levelized Cost of Electricity (Coût moyen actualisé de l'électricité)
<b>MT</b>	Moyenne Tension
<b>MTEP</b>	Million de Tonnes Équivalent Pétrole
<b>MW</b>	Mégawatt
<b>NASA</b>	National Aeronautics and Space Administration
<b>PIB</b>	Produit Intérieur Brut
<b>PNEREE</b>	Programme National de Développement des Énergies Renouvelables et de l'Éfficacité Énergétique
<b>PNR</b>	Programmes Nationaux de Recherche
<b>PNUD</b>	Programme des Nations Unies pour le Développement
<b>POS</b>	Plan d'Occupation des Sols
<b>POWER</b>	Prediction Of Worldwide Energy Resources (Base de données météorologiques de la NASA)
<b>PPP</b>	Partenariat Public-Privé
<b>PV</b>	Photovoltaïque
<b>R&amp;D</b>	Recherche et Développement
<b>RGPH</b>	Recensement Général de la Population et de l'Habitat
<b>SIG</b>	Systèmes d'Information Géographique
<b>SONELGAZ</b>	Société Nationale de l'Électricité et du Gaz
<b>THT</b>	Très Haute Tension
<b>TWh</b>	Térawatt-heure

## Liste des abréviations

---

---

<b>Abréviation</b>	<b>Signification</b>
<b>Z.A.</b>	Ziane Achour (Université Ziane Achour de Djelfa)

### Abstract

Energy supply in the rural and isolated areas of the Djelfa wilaya represents a strategic challenge due to demographic dispersion and difficult topography. The conventional electrical grid faces technical and financial limits, making its extension highly expensive and economically unviable. As an effective alternative, autonomous photovoltaic systems provide a sustainable solution to overcome this energy isolation. Technical and economic analyses confirm that exploiting the high local solar potential, particularly through solar pumping and mini-grids, improves living conditions, supports agropastoral development, and preserves the steppe ecosystem. This transition requires adopting a decentralized policy that integrates solar energy into rural housing programs and involves local authorities in energy management, thereby making Djelfa a model for inclusive energy transition and sustainable territorial development.

**Keywords:** Rural electrification - Photovoltaic energy - Djelfa wilaya - Shadow zones - Territorial development

### المخلص

يواجه التزويد الطاقوي في المناطق الريفية والمعزولة بولاية الجلفة تحديات استراتيجية نتيجة التشتت الديموغرافي والطبيعة الجغرافية الصعبة. تعاني الشبكة الكهربائية التقليدية من قيود تقنية ومالية تجعل تمديدتها مكلفاً وغير مجدٍ اقتصادياً. كبديل فعال، تمثل الأنظمة الكهروضوئية المستقلة حلاً مستداماً لفك العزلة الطاقوية. وتؤكد التحليلات التقنية والاقتصادية أن استغلال الإشعاع الشمسي المرتفع في المنطقة، لاسيما عبر أنظمة الضخ الشمسي والشبكات المصغرة، يحسن الظروف المعيشية، ويدعم التنمية الرعوية والزراعية، ويحمي النظام البيئي السهبي. يفرض هذا التحول ضرورة تبني سياسة لا مركزية، تدمج الطاقة الشمسية ضمن برامج السكن الريفي وتشارك الجماعات المحلية في التسيير الطاقوي، مما يجعل من الجلفة نموذجاً للانتقال الطاقوي الشامل والتنمية الإقليمية المستدامة.

**كلمات مفتاحية:** الكهرباء الريفية - الطاقة الكهروضوئية - ولاية الجلفة - مناطق الظل - التنمية الإقليمية

### Résumé

L'approvisionnement énergétique des zones rurales et enclavées de la wilaya de Djelfa constitue un défi stratégique en raison de la dispersion démographique et de la topographie difficile. Le réseau électrique conventionnel fait face à des limites techniques et financières rendant son extension très coûteuse et économiquement non viable. En alternative efficace, les systèmes photovoltaïques autonomes représentent une solution durable pour rompre cet isolement énergétique. Les analyses technico-économiques confirment que l'exploitation du fort gisement solaire local, particulièrement via le pompage solaire et les mini-réseaux, améliore les conditions de vie, soutient le développement agropastoral et préserve l'écosystème steppique. Cette transition exige l'adoption d'une politique décentralisée, intégrant l'énergie solaire dans les programmes d'habitat rural et impliquant les collectivités locales dans la gestion énergétique, faisant ainsi de Djelfa un modèle de transition énergétique et de développement territorial durable.

**Mots-clés :** Électrification rurale - Énergie photovoltaïque - Wilaya de Djelfa - Zones d'ombre - Développement territorial