

UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences Agronomiques.



Mémoire de Master Académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences agronomiques

Spécialité : Protection de la ressources sol, eau et environnement

THEME

**Impact des incendies sur les palmeraies du Ksar de
Ouargla**

Présenté par :

M^{elle} Sebihi Roufeida & M^{elle} Djafour Amel

Soutenu publiquement :

Le 17/06/2026

Mr. BELAROUSSI M. E.	Président	MCA	UKM Ouargla
Mr. DADDI BOUHOUN M.	Encadreur	Professeur	UKM Ouargla
Mr. DJILI B.	Examineur	MCB	UKM Ouargla

Année Universitaire : 2025/2026

Dédicace1

Au nom d'Allah, le Tout Miséricordieux, le Très Miséricordieux.

Louange à Allah qui m'a accordé la force, la patience et la persévérance nécessaires pour mener à bien ce travail.

Je dédie ce mémoire à mes très chers parents, pour leur amour, leurs sacrifices, leurs encouragements et leurs prières qui ont toujours accompagné mon parcours.

À ma famille, à mes proches et à mes amies, pour leur soutien et leur présence tout au long de mes études.

À toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.

Avec toute ma gratitude et ma reconnaissance.

Dédicace2

Au nom d'Allah, le Tout Miséricordieux, le Très Miséricordieux.

Je dédie ce modeste travail à mes très chers parents, pour leur amour, leur soutien et leurs sacrifices tout au long de mon parcours universitaire.

À ma chère amie, pour ses encouragements et son soutien moral.

À ma chère cousine maternelle, pour son aide, sa bienveillance et sa présence à mes côtés.

À tous ceux qui m'ont soutenue de près ou de loin durant la réalisation de ce mémoire.

Avec toute ma gratitude et mon affection.

Remerciements

Avant tout, je remercie Allah le Tout-Puissant pour Sa grâce, Son aide et Sa bénédiction qui m'ont permis d'achever ce travail.

J'adresse mes plus sincères remerciements et ma profonde gratitude à mon encadreur pour sa disponibilité, sa patience, ses conseils judicieux, ses orientations scientifiques pertinentes ainsi que pour l'attention particulière qu'il a accordée à ce travail. Son soutien constant et ses remarques constructives ont grandement contribué à l'aboutissement de cette étude.

J'exprime également ma gratitude aux honorables membres du jury qui ont accepté d'évaluer ce mémoire et de l'enrichir par leurs observations et recommandations scientifiques.

Mes remerciements s'adressent également à l'ensemble des enseignants du Département des Sciences Agronomiques pour la qualité de la formation dispensée et pour les connaissances qu'ils nous ont transmises tout au long de notre parcours universitaire.

Je tiens à remercier chaleureusement les agriculteurs qui ont collaboré à cette étude en mettant à notre disposition les informations et les données nécessaires à la réalisation du travail de terrain.

Je remercie également les institutions, organismes et administrations qui nous ont fourni les données, les documents et les informations indispensables à la réalisation de cette recherche, ainsi que tous les cadres, ingénieurs, techniciens et agents qui nous ont accueillis, orientés et accompagnés durant les différentes étapes de cette étude.

J'adresse enfin mes remerciements les plus sincères à mes amies pour leur soutien moral, leur présence et leurs encouragements permanents qui ont constitué une véritable source de motivation tout au long de la préparation de ce mémoire.

Que toutes les personnes ayant contribué, directement ou indirectement, à la réalisation de ce travail trouvent ici l'expression de ma profonde reconnaissance.

Puisse ce travail constituer une modeste contribution au développement de la recherche scientifique et au progrès du secteur agricole.

Résumé

Cette étude s'inscrit dans le cadre de l'analyse des impacts des incendies sur les palmeraies du Ksar de Ouargla, un écosystème oasien caractérisé par sa fragilité écologique et son importance socioéconomique. L'objectif principal est d'identifier les zones touchées par les incendies, d'évaluer l'ampleur des dégâts causés à la végétation et aux sols, et de mettre en évidence les principales conséquences environnementales qui en découlent. La méthodologie adoptée repose sur une approche combinant la recherche bibliographique, les investigations de terrain et les relevés géographiques. Plusieurs sites d'observation ont été sélectionnés dans les secteurs de Beni Ouaguine et Beni Brahim. Les données ont été collectées à l'aide d'un GPS permettant la délimitation des zones incendiées et l'estimation de leurs superficies. Des observations directes ont été réalisées afin d'évaluer l'état des palmiers, l'intensité des brûlures, l'évolution du couvert végétal ainsi que les modifications apparentes des caractéristiques du sol après incendie. Les résultats obtenus montrent que les incendies ont affecté des superficies de dimensions variables et ont engendré une dégradation plus ou moins importante selon les sites étudiés. Les principaux dommages observés concernent la destruction partielle ou totale des palmiers, la réduction du couvert végétal, la présence de cendres et de résidus carbonisés ainsi que l'altération de la couche superficielle du sol. Les observations révèlent également une diminution de la matière organique, une augmentation de la vulnérabilité du sol à l'érosion éolienne et une modification de certaines propriétés physiques et chimiques du sol. Dans quelques sites, des signes de régénération naturelle ont toutefois été observés, traduisant une capacité de résilience limitée de l'écosystème oasien. Les résultats de cette étude confirment que les incendies constituent un facteur majeur de dégradation des palmeraies du Ksar de Ouargla. Ils affectent simultanément les composantes végétales et édaphiques de l'écosystème et compromettent son équilibre écologique. Cette situation met en évidence la nécessité de renforcer les mesures de prévention, de surveillance et de gestion durable afin de préserver les palmeraies et de réduire les risques liés aux incendies dans les oasis sahariennes.

Mots-clés : Incendies, palmeraies, l'Algérie, Ouargla, Ksar.

Abstract

This study is part of an analysis of the impacts of wildfires on the palm groves of the Ksar of Ouargla, an oasis ecosystem characterized by its ecological fragility and socio-economic importance. The main objective is to identify the areas affected by fires, assess the extent of damage caused to vegetation and soils, and highlight the main environmental consequences resulting from these events. The adopted methodology is based on a combined approach involving bibliographic research, field investigations, and geographic surveys. Several observation sites were selected in the Beni Ouaguine and Beni Brahim areas. Data were collected using GPS in order to delimit burned areas and estimate their surfaces. Direct field observations were carried out to assess the condition of palm trees, the intensity of burns, the evolution of vegetation cover, and the visible changes in soil characteristics after the fire. The results show that wildfires affected areas of varying sizes and caused different levels of degradation depending on the studied sites. The main observed damages include partial or total destruction of palm trees, reduction of vegetation cover, presence of ash and charred residues, and alteration of the surface soil layer. The findings also reveal a decrease in organic matter, increased soil vulnerability to wind erosion, and changes in certain physical and chemical soil properties. In some sites, signs of natural regeneration were observed, indicating a limited resilience capacity of the oasis ecosystem. Overall, the study confirms that wildfires are a major factor of degradation in the palm groves of the Ksar of Ouargla. They simultaneously affect both vegetation and soil components of the ecosystem, compromising its ecological balance. This highlights the need to strengthen prevention, monitoring, and sustainable management measures in order to preserve palm groves and reduce wildfire risks in Saharan oases.

Keywords: Wildfires, palm groves, Algeria, Ouargla, Ksar.

الملخص

تندرج هذه الدراسة ضمن إطار تحليل آثار الحرائق على بساتين النخيل بقصر ورقلة، الذي يُعد نظامًا بيئيًا واحاتيًا يتميز بهشاشته البيئية وأهميته الاجتماعية والاقتصادية. وتهدف الدراسة أساسًا إلى تحديد المناطق المتضررة من الحرائق، وتقييم حجم الأضرار التي لحقت بالغطاء النباتي والتربة، وإبراز أهم الآثار البيئية المترتبة عنها.

اعتمدت الدراسة على منهجية تجمع بين البحث البيئيوغرافي والتحريات الميدانية والرفع الجغرافي. وقد تم اختيار عدة محطات للدراسة في قطاعي بني واقين وبني إبراهيم، حيث جُمعت البيانات باستعمال جهاز تحديد المواقع العالمي (GPS) من أجل تحديد حدود المناطق المحترقة وتقدير مساحاتها. كما أُجريت ملاحظات ميدانية مباشرة لتقييم حالة أشجار النخيل، ودرجة شدة الاحتراق، وتطور الغطاء النباتي، والتغيرات الظاهرة التي طرأت على خصائص التربة بعد الحرائق.

أظهرت النتائج أن الحرائق مست مساحات متفاوتة الحجم وتسببت في درجات مختلفة من التدهور حسب المواقع المدروسة. وتمثلت أبرز الأضرار المسجلة في التدمير الجزئي أو الكلي لأشجار النخيل، وتراجع الغطاء النباتي، ووجود الرماد والمخلفات المتفحمة، إضافة إلى تدهور الطبقة السطحية للتربة. كما بينت الملاحظات انخفاض محتوى المادة العضوية، وزيادة قابلية التربة للتعرية الريحية، وتغير بعض خصائصها الفيزيائية والكيميائية. وفي بعض المحطات، لوحظت مؤشرات على التجدد الطبيعي للنباتات، مما يعكس قدرة محدودة للنظام البيئي الواحاتي على استعادة توازنه.

تؤكد نتائج هذه الدراسة أن الحرائق تُعد من العوامل الرئيسية المسببة لتدهور بساتين النخيل بقصر ورقلة، إذ تؤثر في الوقت نفسه على المكونات النباتية والخصائص الترابية للنظام البيئي، مما يهدد توازنه واستدامته. وتبرز هذه الوضعية ضرورة تعزيز إجراءات الوقاية والمراقبة والتسيير المستدام، من أجل حماية بساتين النخيل والحد من مخاطر الحرائق في الواحات الصحراوية.

الكلمات المفتاحية: الحرائق، بساتين النخيل، الجزائر، ورقلة، قصر.

Table de matières

Introduction	1
--------------	---

PREMIÈRE PARTIE: SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I. Les incendies en zone agricole

1. Définition des incendies	4
2. Types d'incendies	5
1. Feu de surface	5
2. Feu de la canopée	5
3. Feu racinaire	5
4. Feu agricole accidentel	5
3. Incendies en milieu oasien	5
3.1. Conditions favorables à la propagation des incendies	5
3.2. Impacts des incendies	6

Chapitre II. Présentation de la Région du Ouargla

1. Localisation	8
2. Climat	9
2.1. Températures	9
2.2. Humidité	9
2.3. Vents	10
2.4. Précipitations	10
2.5. Evaporation	10
2.6. Insolation	10
3. Palmeraies de Ouargla	10
3.1. Patrimoine phœnicicole	10
3.2. Importance des palmeraies	11
3.3. Historique des incendies dans les palmeraies	11
3.4. Causes des incendies dans les palmeraies	12
3.5. Réaménagement des zones incendies	13

DEUXIÈME PARTIE: MATÉRIEL ET MÉTHODE

Chapitre III. Matériels et méthodes d'études

1. Matériels d'étude	15
1.1. Choix de la région de Ouargla	15
1.2. Choix de la station du Ksar	15
1.3. Présentation de la palmeraie du ksar	15
1.3.1. Localisation géographique	15
1.3.2. Historique	15
1.3.3. Caractéristique de la palmeraie du ksar	16
2. Méthodes d'étude	17
2.1. Approche méthodologique	17
2.1.1. Etude bibliographique	18
2.1.2. Enquête administratives	18
2.1.3. Enquête dans la palmeraie du Ksar	18
2.1.4. Collecte des données GPS et analyse SIG	19
2.1.5. Analyse des données d'enquêtes	19

TROISIÈME PARTIE: RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Chapitre IV. Situation des incendies à Ouargla

1. Répartition des palmeraies dans la wilaya de Ouargla	21
2. Evolution des incendies dans les palmeraies	22
3. Fréquence et saisonnalité des incendies	25
3.1. Observation des incendies	25
3.2. Saison des incendies	25
4. Causes des incendies	27
4.1. Causes naturels	26
4.2. Causes anthropiques	26
5. Evolution des incendies dans les palmeraies du ksar de Ouargla (2015à2024)	27
6. Mesures de prévention et de lutte contre les incendies	30

Chapitre V. Situation des incendies au Ksar

1. Dégâts en palmeraie	33
2. Changements observés dans la palmeraie après les incendies	35
3. Contraintes et difficultés	36
4. Proposition de quelques solutions	36

5. Superficies des incendies observés au Ksar de Ouargla	37
6. Discussion	38
Conclusion	43
Références bibliographiques	45
Annexe	51

Liste des figures

Figure 1: Schéma du triangle du feu (Belkaid, 2016)	4
Figure 2: Localisation géographique et découpage administratif de la wilaya de Ouargla (Algeomap, 2026).	8
Figure 3: Diagramme ombrothermique de la région de Ouargla 2025	10
Figure 4 : Limites foncières du ksar et sa palmeraie (Rouvillois-Brigol, 1975 Modifiée in Idder ,2005)	17
Figure 5: Nombre de palmiers dattiers par commune (D.S.A., 2024)	21
Figure 6 : Superficie des palmeraies par commune (D.S.A., 2024).	22
Figure 7: Superficie arbustive hors palmiers par commune (D.S.A., 2024).	22
Figure 8: Nombre de palmiers dattiers brûlés entre 2013 et 2025(D.S.A, 2024)	23
Figure 9 : Nombre des incendies dans la wilaya de Ouargla entre 2013 et 2025 (D.P.C, 2025)	23
Figure 10 : Longueur des haies brûlées dans la wilaya de Ouargla entre 2013 et 2025 (D.P.C, 2025)	24
Figure 11: Superficie des végétations brûlées dans la wilaya de Ouargla entre 2013 et 2025 (D.P.C, 2025)	25
Figure 12 : Nombre d’incendies et interventions en 2024 à Ouargla (D.P.C, 2025).	26
Figure 13 : Les pertes en palmiers en 2024 à Ouargla (D.P.C, 2025).	27
Figure 14 : Pertes des palmiers du ksar entre 2015 et 2024 (D.P.C, 2025).	29
Figure 15 : Nombre d’incendies du ksar entre 2015 et 2024 (D.P.C, 2025).	29
Figure 16 : Répartition des incendies et des pertes des palmiers par zone dans le ksar entre 2015 et 2024 (D.P.C, 2025).	30
Figure 17 :. Répartition des superficies incendiées à Beni Ouaguine et Beni Brahim.	40

Liste des tableaux

Tableau I : Données climatiques de la région de Ouargla pour la période 2015 à 2025	9
Tableau II. Coordonnées GPS, superficies et observations des sites incendiées étudiées dans les palmeraies du ksar de Ouargla	37

Liste De Photos

Photo 1. Les incendies de palmeraies à Ouargla en 2024	12
Photo 2. Canal d’acheminement des eaux « Hammala » vers les jardins du Ksar	17
Photo 3. Facteurs de risque des incendies des palmeraies (D.P.C , 2024)	28
Photo 4. Palmiers dattiers affectés à différents degrés de brûlures et d’assèchement.	33
Photo 5. Dégradation générale de l’agro-système oasien après l’incendie.	34
Photo 6. Équipements hydrauliques touchés par les flammes dans la palmeraie.	34
Photo 7. Sol entièrement calciné avec des herbes sèches.	35

Introduction

Introduction

Introduction

Les feux de forêt sont des incendies incontrôlés qui peuvent survenir dans des zones naturelles telles que les forêts, les prairies ou les pâturages. Ces incendies peuvent être déclenchés par des causes naturelles comme la foudre, ou par des causes humaines telles que des feux de camp non surveillés, des cigarettes jetées ou même des actes criminels (Eldridge, 2023). Les conditions météorologiques extrêmes peuvent également accroître le risque d'incendie. Il est souligné que lors de fortes chaleurs et d'un manque prolongé d'eau, une grande partie de l'eau contenue dans les tissus des plantes s'évapore, créant un mélange hautement inflammable à des températures élevées (Rigolot et *al.*, 2020).

Malgré l'immensité du territoire algérien, la forêt naturelle algérienne occupe uniquement 1,439 millions d'ha, représentant une augmentation de 0,13% de 2010 à 2020 avec une superficie annuelle de 1900 ha (F.A.O., 2020 in Boulghobra et *al.*, 2022). Les incendies de forêt peuvent avoir des conséquences dévastatrices sur les environnements forestiers. Les données révèlent qu'entre 1963 et 2020, environ 1,7 million d'hectares de forêts, de maquis et de broussailles ont été ravagés par les incendies en Algérie. Les forêts algériennes sont actuellement vulnérables et nécessitent une protection renforcée, car la déforestation s'aggrave en raison des incendies récurrents (DGF, 2021 in Ajouadj et Torchi, 2024).

À la différence d'autres régions du monde où une grande proportion des incendies est d'origine naturelle, principalement déclenchée par la foudre, le bassin méditerranéen se distingue par la prépondérance des incendies d'origine humaine. Les causes naturelles ne représentent qu'une fraction minime, variant entre 1 et 5 % selon les pays, probablement en raison de l'absence de phénomènes climatiques tels que les tempêtes sèches (Alexandrian et *al.*, 1998).

Dans les environnements arides du Sahara, la vie était presque impossible en dehors de l'oasis, espace vital façonné par l'ingéniosité humaine. Les oasis, constituées de palmeraies denses, jouent un rôle fondamental dans la régulation microclimatique et la protection des cultures vivrières et arboricoles situées en sous-étage (Bouammar, 2010). Contrairement aux écosystèmes naturels, les oasis sont le fruit d'un aménagement humain réfléchi visant à subvenir aux besoins des populations locales tout en luttant contre la désertification. Cependant, ce modèle ancestral est aujourd'hui fragilisé. L'érosion des savoirs traditionnels, combinée à l'adoption de techniques modernes inadaptées, contribue à l'accroissement de la vulnérabilité de ces milieux face aux aléas naturels et anthropiques. C'est notamment le cas de la région de Ouargla, où les oasis font face à une dégradation rapide qui menace leur pérennité

Introduction

(Boumadda, 2019).

La vallée de l'oued M'ya, qui abrite l'oasis de Ouargla, comprend environ 800 000 palmiers dattiers répartis sur 6 888 hectares, englobant six communes : Ouargla, Aïn Beida, Hassi Ben Abdallah, Rouissat, N'goussa et Sidi Khouiled (Beggari et Zouaouid, 2007). Malgré leur valeur écologique et socio-économique, ces palmeraies connaissent une détérioration inquiétante due notamment à l'abattage, aux incendies, et à diverses pressions humaines. Ces dernières années, la fréquence des incendies s'est accentuée, particulièrement dans les oasis du ksar de Ouargla, reconnues pour leur importance socio-économique au sein de la région. Ces feux entraînent la destruction du couvert végétal, la perte de ressources alimentaires et accélèrent le processus de désertification (DSA, 2025).

Il existe plusieurs études sur les palmeraies au ksar de Ouargla. Elles traitent de ressources hydriques (Rouvillois-Brigol, 1975 ; Slimani, 2006 ; Mansouri et *al.*, 2022), de pratiques agricoles (Côte, 1962 ; Faci, 2017 ; Amrani, 2021), de dégradation hydro-édaphique (Debiche, 1998 ; Idder, 2005 ; Siboukeur, 2021), d'irrigation (Dubost, 1991 ; Amrani, 2021), de salinité (Siboukeur, 2016 ; Siboukeur, 2021), de drainage (Djidel, 2008 ; Siboukeur, 2016) et de réhabilitation oasienne (Idder et al., 2011 ; Zenkhri et al., 2020 ; Idder-Ighili et al., 2022 ; Dadamoussa et al., 2022).

Toutefois, les études académiques sur les incendies sont rares sur les palmeraies du Sahara notamment à Ouargla. Egalement, nous n'avons pas trouvé des études à l'université de Ouargla sur les incendies des palmeraies. Notre étude reste précurseur sur les palmeraies du Ksar de Ouargla. Elle a comme objectif d'analyser le phénomène des incendies affectant ces palmeraies. Il s'agit d'identifier les superficies, les causes majeures de ces incendies, d'évaluer leurs répercussions environnementales et sociales, et de proposer des mesures de prévention et de luttes adaptées aux spécificités du contexte local saharien.

Ce mémoire présente trois parties à savoir :

- ❖ La première partie est synthèse bibliographique. Elle traite des concepts généraux liés aux incendies, leurs causes, leurs impacts environnementaux et socio-économiques. Elle inclut également une présentation de la région d'étude de Ouargla.
- ❖ La deuxième partie présente le matériel et la méthode de l'étude. Elle décrit la zone d'étude (le ksar de Ouargla), ainsi que des caractéristiques des palmeraies et des oasis en zones arides et les moyens utilisés pour la collecte des données, ainsi que l'approche méthodologique adoptée pour analyser le phénomène des incendies.
- ❖ La troisième partie expose les résultats et leur discussions. Elle met en évidence l'évolution des incendies, leurs causes principales, leurs impacts sur la palmeraie, et

Introduction

propose des mesures de prévention et de gestion adaptées.

Partie I :
Synthèse bibliographique

Chapitre I. Les incendies en zone agricole

1. Définition des incendies

Plusieurs définitions ont été proposées pour définir l'incendie de forêt et parmi elles, celle de Trabaud (1992), qui définit l'incendie comme « une combustion qui se développe sans contrôle dans l'espace et dans le temps. L'incendie de forêt s'alimente de tous les combustibles possibles et ainsi se propage jusqu'à l'épuisement de ceux-ci. » Pour qu'un feu se déclare, il faut la coïncidence de trois facteurs ; une source de chaleur, un combustible et un comburant (l'oxygène à l'état gazeux). Cette configuration s'appelle le triangle du feu. L'absence de l'un de ces trois éléments, rompt le processus physico-chimique de la combustion et l'incendie s'arrête. La réaction chimique de la combustion peut être résumée comme suit (Fig. 1) : Cellulose + Oxygène → Dioxyde de carbone + Eau + Énergie (chaleur dissipée). Cette chaleur permet d'atteindre la température d'inflammation (Belkaid, 2016).



Figure 1. Schéma du triangle du feu (Belkaid, 2016)

Le terme combustible fait référence au type de végétation présent dans un espace donné, tandis que la notion de charge combustible disponible désigne la quantité totale de biomasse susceptible de participer à la combustion. Cette charge dépend fortement de la répartition spatiale des espèces végétales au sein des trois strates principales : herbacée, arbustive et arborée (CTFC, 2016).

La teneur en eau des végétaux varie selon les conditions climatiques et selon la capacité intrinsèque des espèces à retenir l'eau, via le processus d'évapotranspiration. En revanche, l'inflammabilité et la combustibilité dépendent principalement des caractéristiques propres à chaque espèce végétale. Il existe d'ailleurs une classification spécifique de l'inflammabilité et de la combustibilité pour les espèces méditerranéennes, indépendamment des facteurs climatiques. Les incendies de forêt les plus intenses surviennent généralement pendant la saison sèche, dans des milieux densément boisés, où la continuité verticale et horizontale entre les différentes strates favorise une propagation rapide et simultanée des

flammes à travers l'ensemble de la végétation (CTFC, 2016).

2. Types d'incendies

Les types de feu sont nombreux à savoir (Al –Shahri, 2010) :

- ✓ **Feu de surface** : Le feu de surface démarre au ras du sol, impliquant les herbes sèches, les résidus de palmes, les feuilles tombées et quelques petits arbustes dispersés dans l'oasis. Le feu se propage à une vitesse modérée, surtout en période de sécheresse ou lors de pratiques de nettoyage incontrôlées, comme la combustion des déchets agricoles.
- ✓ **Feu de la canopée** : Le feu de la canopée ce feu affecte les cimes des arbres, particulièrement les couronnes de palmiers, très vulnérables à l'allumage en raison de la sécheresse et de la densité des palmes. Le feu commence souvent à la surface du sol puis remonte le long des troncs secs, ce qui rend sa maîtrise difficile, surtout dans les oasis denses ou abandonnées.
- ✓ **Feu racinaire** : Le feu racinaire (souterrain) est moins fréquent, se produit lorsque le feu se propage sous terre parmi les racines sèches sous la surface du sol, notamment pendant les sécheresses sévères. Il est difficile à détecter au début et peut provoquer une reprise du feu même après extinction apparente.
- ✓ **Feu agricole accidentel** : Le feu agricole accidentel résulte de la négligence ou d'un mauvais usage du feu à des fins agricoles (comme le nettoyage des terres ou la cuisine), où un petit feu agricole se propage à toute l'oasis. Ce type survient surtout en saison sèche, quand les plantes et les herbes sont très inflammables.

3. Incendies en milieu oasien

3.1. Conditions de propagation des incendies

Les incendies dans les écosystèmes oasiens, bien que parfois d'origine naturelle, sont majoritairement influencés par des facteurs climatiques, géographiques et humains. En été, la combinaison de températures élevées (souvent $> 30^{\circ}\text{C}$), de vents violents ($> 30 \text{ km/h}$) et d'une faible humidité ($< 30\%$) crée des conditions propices à la propagation rapide du feu dans les palmeraies, particulièrement à cause de la matière végétale sèche abondante. Les incendies sont accentués par le changement climatique qui prolonge les périodes de chaleur extrême et de sécheresse, rendant les oasis plus vulnérables (Al Assouj, 2024).

Les causes humaines sont également déterminantes : brûlis agricoles incontrôlés, imprudence des agriculteurs (jet de mégots, allumage de feux pour défrichage), travaux mécaniques pendant les périodes de forte chaleur, ou encore l'usage de feux d'artifice. La topographie (zones en pente, vallées) et la structure des oasis (matériaux secs, palmiers

denses) favorisent en outre une propagation rapide du feu. Le manque de sensibilisation et l'absence de réglementation stricte autour des activités agricoles et de loisir contribuent aussi à l'augmentation des risques. Ainsi, les incendies oasiens ne sont pas de simples événements climatiques, mais des phénomènes complexes liés à l'interaction entre pressions naturelles et pressions anthropiques, dont la fréquence et l'intensité augmentent avec le réchauffement climatique (Al Assouj, 2024).

3.2. Impacts des incendies

Les incendies jouent un rôle fondamental dans la dégradation de la couverture végétale. Ils peuvent entraîner une augmentation du dioxyde de carbone dans l'atmosphère, contribuant ainsi à l'effet de serre et aux changements climatiques. De plus, les cendres issues de la combustion détruisent de nombreux éléments nutritifs et provoquent l'érosion des sols. Les incendies détruisent fréquemment les plantes, les palmiers ainsi que la faune présente dans ces zones (Al Assouj, 2024).

Les micro-organismes jouent un rôle crucial dans la fertilité du sol. Ce sont les principaux agents de décomposition de la matière organique (Vance et Chapin, 2001 in Ajouadj et Torchi, 2024). La quantité de bactéries et de champignons (biomasse et/ou densité) influence la dynamique des cycles biogéochimiques (Thirukkumaran et Parkinson, 2000 in Ajouadj et Torchi, 2024).

Le feu affecte principalement les horizons superficiels du sol (de 0 à 10 cm de profondeur). Cet horizon est également celui qui abrite une densité élevée de micro-organismes et une activité microbienne intense (Neary et *al.*, 1999 in Ajouadj et Torchi, 2024). Les incendies ont des impacts directs et indirects sur les micro-organismes du sol. Les impacts directs, généralement à court terme, modifient la composition et la densité des communautés microbiennes du sol sous l'effet des températures élevées. Après un seul incendie, certaines études ont montré une diminution significative de la biomasse, des activités de minéralisation et de la diversité des communautés microbiennes dans les sols brûlés (Hart et *al.*, 2005 in Ajouadj et Torchi, 2024).

La littérature scientifique présente une diversité de résultats contradictoires sur l'impact Des feux de forêt sur la matière organique des sols (MOS), certains cas montrant des pertes tandis que d'autres montrent des gains. Cette variation résulte de facteurs tels que l'intensité du feu, la température atteinte, la durée de passage du feu, les conditions climatiques, le type et la quantité de combustible, ainsi que l'état du sol. Les horizons supérieurs du sol, étant les plus riches en matière organique, sont les premiers à subir l'impact des feux, en particulier avec une intensité élevée. La majorité des études portant sur les

émissions de carbone et d'autres produits chimiques provenant des feux de forêt se sont concentrées sur les feux de canopée ou les défrichements qui détruisent une grande quantité de biomasse. Toutefois, dans de nombreux écosystèmes méditerranéens, les feux de surface, de diverses intensités, peuvent également entraîner des pertes variables de matière organique du sol (Rubio et *al.*, 2004 in Ajouadj et Torchi, 2024).

En conséquence, le sol perd sa capacité à absorber et à retenir l'eau, ce qui accélère son dessèchement et réduit sa capacité à soutenir la végétation future. La porosité et l'aération du sol deviennent également plus difficiles (Al Assouj, 2024).

Chapitre II. Présentation de la région de Ouargla

1. Localisation

Ouargla est situé au Sud-Est algérien, à une distance de 820 km d'Alger (Fig. 2). Cette ville présente les coordonnées géographiques suivante : latitude 31° 57' 10" Nord, longitude 5° 19' 54" Est et une altitude de 157 m (Rouvillois-Brigol, 1975). Elle couvre une superficie d'environ 163 233 km² et constitue l'une des principales régions oasiennes du Sahara algérien.

Elle est le siège lieu de la wilaya et limitée :

- **Au nord** par les wilayas d'Ouled Djellal, d'El M'Ghair, de Touggourt et d'El Oued ;
- **À l'est** par la Tunisie ;
- **Au sud** par les wilayas d'In Salah et d'Illizi ;
- **À l'ouest** par les wilayas d'El Meniaa, de Ghardaïa et de Djelfa.

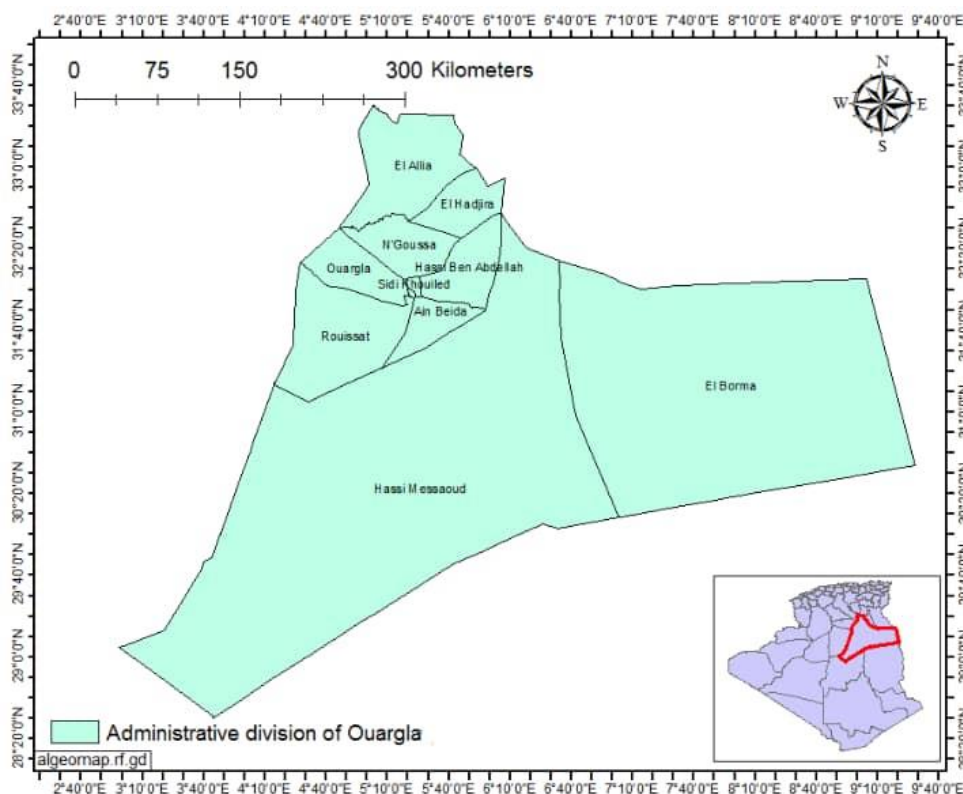


Figure 2. Localisation géographique et découpage administratif de la wilaya de Ouargla (Algeomap, 2026).

La région d'étude se trouve encaissée au fond d'une cuvette très large, la basse vallée de l'Oued Mya, dont les extrémités sont représentées à l'Ouest par Bamendil et Mekhadma, au Nord par Bour-El-Haicha, à l'Est par Sidi Khouiled et Hassi Ben Abdallah et au Sud par

Partie I. Synthèse bibliographique

Beni Thour, Ain-Beida et Rouissat.

2. Climat

Le climat en raison de ses composantes tels que la température, les précipitations, le vent et l'humidité, contrôle de nombreux phénomènes biologiques et Physiologiques (Dubief, 1950). La région de Ouargla bénéficie d'un climat désertique chaud du Sahara avec des étés très longs et extrêmement chauds et des hivers courts et très doux. Le climat est de type hyperaride et très sec toute l'année (Tabl. I)

Tableau I. Données climatiques de la région de Ouargla 2015-2025 (Nasa Power Climate Data, 2026)

Mois	T max (°C)	T min (°C)	T moy (°C)	P (mm)	H (%)	V (m/s)	Evaporation (mm)	Insolation (h)
Jan	22,9	0,4	10	2,3	53,9	2,5	85	7,2
Fév	26,1	2,1	12,4	5,3	47,1	2,9	102	8,1
Mar	30,9	4,8	16,8	4,8	36,8	3,2	145	8,9
Avr	37,8	8,9	21,9	8	33	3,5	198	9,7
Mai	42,5	14,2	27,2	4,6	27,8	3,5	255	10,8
Juin	47,3	19,1	32,9	0,9	21,1	3,4	320	11,6
Juil	49,8	21,9	35,8	0,1	17,4	3,3	365	12,1
Août	48,4	21,2	34,8	2,6	21,7	3,1	340	11,4
Sep	43,8	17,6	30,7	13,1	30	3	250	10,2
Oct	36,8	11,9	23,7	5	39,1	2,8	180	8,9
Nov	28,7	5,8	16,6	6,2	46,6	2,6	120	7,8
Déc	23,9	1,8	11,6	5,9	58,2	2,4	90	7,1
Moy. Ann.	36,6	10,8	22,9	4,9	36,9	3	204	9,5
Cumul	/	/	/	58,8	/	/	2450	113,8

T° Max : moyennes des températures maximales ; **T° min** : moyennes des températures minimales ; **P** : moyens des précipitations ; **H** : moyens de l'humidité de l'air ; **E** : moyens de l'évaporation ; **V** : moyens de la vitesse du vent ; **I** : La durée d'insolation par heure.

2.1. Températures

Les températures élevées enregistrées au cours de l'année d'une moyenne annuelle de 22,9 °C et des températures maximales, atteignant 49,8 °C durant le mois de juillet, favorisent fortement le dessèchement des feuilles de la végétation en palmeraie. Cette situation augmente considérablement le risque de départ des feux, particulièrement pendant la saison estivale.

2.2. Humidité

L'humidité relative moyenne est de 36,9 %, avec des valeurs encore plus faibles en été. Cette faible humidité favorise l'assèchement rapide de la matière organique et augmente

le degré d'inflammabilité des palmeraies. De plus, la vitesse moyenne du vent, estimée à 3 m/s, contribue à la propagation rapide des flammes d'une parcelle à une autre, aggravant ainsi les dégâts causés par les incendies

2.3. Vents

La vitesse du vent varie modérément au cours de l'année avec une moyenne avoisinant 3 m/s. Les vents sahariens jouent un rôle important dans la propagation rapide des incendies en transportant les flammes et les particules incandescentes d'une zone à une autre.

2.4. Précipitations

Les précipitations restent très faibles avec un cumul annuel estimé à 58,8 mm seulement, ce qui traduit l'aridité marquée de la région. Cette rareté des pluies réduit l'humidité des sols et accentue la sécheresse des palmeraies, rendant les oasis plus vulnérables aux incendies

2.5. Évaporation

Nous constatant que les valeurs élevées de l'évaporation, notamment durant les mois chauds, traduisent l'importance des pertes hydriques dans la région. Cette forte évaporation accentue le stress hydrique des palmiers et fragilise davantage l'écosystème oasien.

2.6. Insolation

La forte insolation observée tout au long de l'année reflète l'intensité du rayonnement solaire dans la région saharienne, ce qui contribue à l'élévation des températures et en présence d'une pluviométrie faible le climat devient sèche (Fig. 3) ainsi que de la couverture végétale.

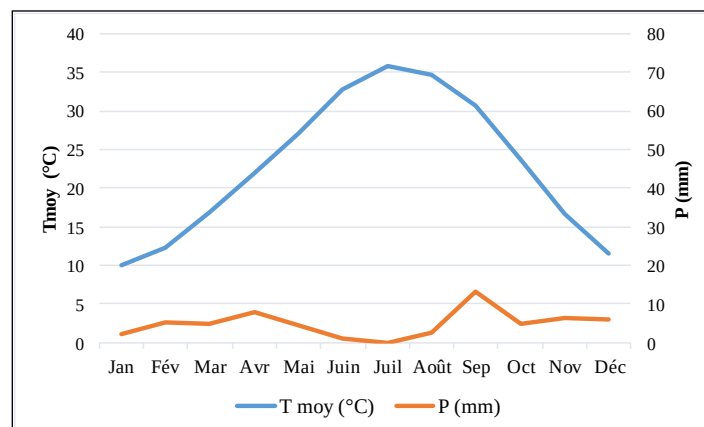


Figure 3. Diagramme ombrothermique de la région de Ouargla (2015-2025)

3. Palmeraies de Ouargla

3.1. Patrimoine phœnicicole

La wilaya de Ouargla couvre une superficie totale estimée à 136787 km². Elle se

caractérise par une importante richesse économique ainsi qu'une diversité biologique au niveau de la région saharienne, composée essentiellement de palmiers dattiers. Celle-ci est représentée par les palmeraies et les oasis de palmiers réparties à travers les communes et les daïras de la wilaya. Le nombre total de palmiers est estimé à 1246163 palmiers, couvrant une superficie de 10 830,37 hectares, soit 7,91 % de la superficie de la wilaya, dont 61,5 hectares d'espaces verts (Tabl. II). Ces dernières souffrent de plusieurs risques, dont le principal est le phénomène des incendies, qui détruit annuellement un grand nombre de palmeraies et de palmiers, notamment dans les oasis anciennes proches du tissu urbain, telles que : Ksar Ouargla, Rouissat, Hassi Ben Abdallah, Aïn El Beïda et N'goussa (C.F.W.O., 2024).

3.2. Importance des palmeraies

La palmeraie se distingue par une production agricole dominée par la culture du palmier dattier, en particulier les dattes, aux côtés de quelques autres cultures. Les dattes, notamment la variété Deglet Nour, comptent parmi les produits agricoles les plus exportés par l'Algérie et constituent une source essentielle de revenus pour le secteur agricole (Hanani et Karoumi, 2019). Les exportations de Deglet Nour sont estimées à environ 8,75 millions de kg, générant des recettes de près de 13,57 millions de dollars, tandis que les autres variétés de dattes rapportent environ 1,68 million de dollars. Les exportations de dattes sèches se sont étendues à des pays d'Afrique australe ainsi qu'à certaines régions d'Europe, renforçant ainsi le rôle stratégique des oasis dans le soutien à l'économie nationale (Beggari et Zouaoud, 2007).

Sur le plan environnemental, les palmeraies jouent un rôle écologique majeur dans les zones désertiques arides. L'effet oasis crée un microclimat favorable à la croissance de plantes sensibles et soutient également l'introduction de l'élevage. Ce système traditionnel repose sur une gestion rationnelle et durable des ressources en eau et en terres, avec le palmier dattier comme base biologique. Ce rôle contribue à modérer le climat local, à maintenir la biodiversité et à lutter contre la désertification (Berbache et *al.*, 2022).

Socialement, les palmeraies fournissent des conditions favorables à la stabilité des populations dans un environnement naturellement hostile à l'établissement humain. Elles permettent le développement d'activités agricoles, artisanales et culturelles, favorisant ainsi la cohésion sociale et le transfert du patrimoine local entre les générations. La présence humaine dans ces zones est rendue possible grâce aux systèmes d'exploitation traditionnels et aux connaissances transmises au fil des siècles (Hannani et Karoumi, 2019).

3.3. Historique des incendies dans les palmeraies

Au cours de la dernière décennie, les oasis de la wilaya de Ouargla ont connu une

augmentation notable des incendies de palmiers, ce qui a entraîné des pertes environnementales et économiques considérables. Ces pertes incluent la destruction d'un grand nombre de palmiers dattiers et la combustion de vastes superficies agricoles, impactant négativement l'activité agricole locale. Le tableau en Annexe 1, présent le bilan global de ces incendies entre les années 2013 et 2025 en termes de nombre d'incendies de palmiers touchés. Les illustrent l'évolution annuelle des incendies dans les palmeraies de Ouargla durant la période 2013–2025, à travers l'analyse de plusieurs indicateurs : le nombre de palmiers dattiers brûlés, le nombre d'incendies, la longueur et la superficie des zones brûlées, ainsi que et. On remarque une variation importante des valeurs d'une année à l'autre, ce qui montre que ce phénomène est influencé plusieurs facteurs naturels et anthropiques.

Les incendies de palmiers en 2024 ont touché plusieurs périmètres importants dans la wilaya de Ouargla, à savoir : palmier Ain El Makhzen, Ain El Qadima, Ajaja, Chott, Ain Maqano, SaïdAtba, palmier Mohsen, palmier Ma'nsar dans le nord de la région de Gara, palmier Ifri, palmier Hadb, palmier Ain Ibrahim Rouissat et palmier Sidi Ben Sassi. Ces périmètres ont été recensés parmi les zones affectées par les incendies, reflétant ainsi l'étendue des impacts des incendies (Photo. 1).



Photo 1. Les incendies des palmeraies à Ouargla en 2024

3.4. Causes des incendies dans les palmeraies

Les causes des incendies dans les palmeraies sont variables : naturelles, accidentels et criminels où nous observons ce qui suit (D.P.C, 2020) :

1. Naturels

- a. L'augmentation de la température, surtout en été, qui contribue à l'inflammation et à la propagation des incendies.
- b. Les rafales de vent qui favorisent la propagation rapide du feu vers les vergers voisins et rendent le contrôle difficile.

2. Accidentel

- a. La combustion non maîtrisée des mauvaises herbes et des résidus de palmiers

par les agriculteurs, ainsi que le fait de ne pas éteindre complètement le feu après usage.

- b. La présence des palmeraies près des routes, où certains conducteurs jettent des mégots de cigarettes pouvant provoquer des départs de feu.
- c. L'allumage de feux par certains citoyens pour passer les soirées, tout en laissant le feu allumé sans surveillance.
- d. Les câbles électriques non entretenus ou exposés peuvent produire des étincelles provoquant le départ du feu.

3. **Criminel** : Des actes volontaires de certaines personnes visant à exploiter les terres agricoles à d'autres fins. Ces incendies sont souvent déclenchés en plusieurs foyers dans une même zone afin de faciliter la propagation du feu et compliquer l'intervention des équipes de lutte contre les incendies.

3.5. Réaménagement des zones incendies

Le réaménagement des zones incendiées dans les systèmes oasiens constitue une étape fondamentale dans la restauration des palmeraies dégradées. Dans le contexte du Sahara algérien, notamment à Ouargla, les incendies représentent une cause majeure de dégradation des palmeraies anciennes, en plus de l'urbanisation croissante et de l'abandon des pratiques agricoles, ce qui entraîne la perte d'une partie importante de l'écosystème oasien (Faci, 2017). Les travaux réalisés dans la région de Ouargla montrent que la réhabilitation des espaces incendiés s'inscrit dans une dynamique de programmes publics de restauration des anciennes oasis, combinant des interventions techniques (reconstitution du couvert végétal, nettoyage des sols, replantation de palmiers) et des actions socio-économiques visant à relancer l'activité agricole locale (Bouammar & Bekhti, 2008). Cependant, ces interventions restent souvent limitées par la fragilité structurelle des palmeraies anciennes et par la faible rentabilité économique des exploitations.

À l'échelle locale, des études de terrain indiquent que la dégradation post-incendie nécessite des opérations de réhabilitation adaptées aux conditions écologiques sahariennes, notamment la gestion de la salinité, la restauration des sols et la reconstitution progressive du système phoenicicole (Dadamoussa et *al.*, 2022). Ces actions sont généralement intégrées dans les politiques de réhabilitation des palmeraies du Ksar de Ouargla, qui visent à maintenir la continuité de l'écosystème oasien face aux pressions anthropiques et environnementales.

Partie II :

Matériels et méthodes

Chapitre III. Matériels et méthodes d'études

1. Matériels d'étude

1.1. Choix de la région de Ouargla

La wilaya de Ouargla a été retenue comme terrain d'étude en raison de plusieurs critères :

- la vocation agricole, centrée principalement sur la culture du palmier dattier ;
- l'exposition fréquente aux incendies au cours des dernières années ;
- les incendies ont produit des effets écologiques, économiques et sociaux.

Ce choix territorial permet d'effectuer une étude approfondie des incendies dans une oasis présentant un patrimoine phœnicicole important.

1.2. Choix de la station du Ksar

Nous nous sommes intéressés dans le présent travail à la palmeraie du Ksar parce qu'elle ancestrale dans la cuvette de Ouargla. Le Ksar dispose d'un potentiel agronomique et notamment un savoir-faire phœnicicole. Nous avons réalisé une étude sur un échantillonnage de sites incendies au niveau de la palmeraie du Ksar.

1.3. Présentation de la palmeraie du ksar

1.3.1. Localisation géographique

La palmeraie du ksar de Ouargla est l'une des vieilles palmeraies de la cuvette de Ouargla. Elle s'étend sur 623 ha, avec un nombre de palmiers qui atteint les 112815 palmiers et un nombre d'agriculteurs de 1954 en 2004 (S.D.A, 2004). Le ksar de Ouargla est située au centre de la commune de Ouargla (Fig. 4). Il est entouré par une palmeraie formée de deux parties (S.E.D.A.T, 2004) :

- **Partie Est** : c'est la zone de Beni Ouagguine qui couvre une superficie de 172,25 ha. Elle vient en deuxième position du point de vue superficie après la zone de Beni Brahim.
- **Partie Ouest** : formée par deux zones. La première, la plus grande, de Beni Brahim. Elle couvre une superficie de 301,1 ha. L'autre zone est celle de Beni Sissine qui couvre une superficie de 145,81 ha.

1.3.2. Historique

D'après Idder (2005), certaines personnes âgées de Ouargla disent que la palmeraie du Beni Brahim est la plus ancienne, même si le quartier de Beni Ouagguine reste le plus ancien. Mais l'information exacte de la création et l'apparition de la palmeraie reste mal connue de nos jours. A travers les études qui ont été faites par certains chercheurs, on peut supposer que

la création de la palmeraie revient juste après la formation du Ksar, au X^{ème} siècle. A partir de ce siècle et jusqu'à la fin du XIX^{ème} siècle, l'état et la conduite de la palmeraie restent mal connus (Fig. 4).

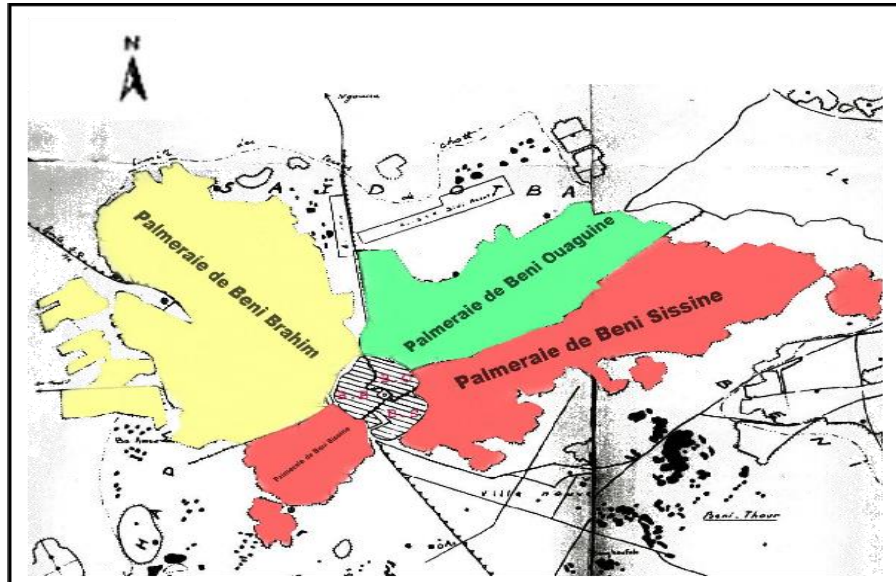


Figure 4. Limites foncières du ksar et sa palmeraie
(Rouvillois-Brigol, 1975 Modifiée in Idder, 2005)

1.3.3. Caractéristique de la palmeraie du ksar

Les palmeraies du ksar de Ouargla représentent un agroécosystème oasien traditionnel caractérisé par une forte densité de palmiers dattiers et une organisation agricole héritée des anciennes pratiques oasiennes. Elles occupent une place importante dans l'équilibre écologique, économique et social de la région grâce à leur rôle dans la protection du microclimat, la lutte contre l'ensablement et la production phoenicicole. Ces palmeraies se distinguent également par le morcellement des exploitations agricoles, la diversité des cultures sous-jacentes et l'utilisation de systèmes d'irrigation traditionnels adaptés aux conditions sahariennes (Idder et *al.*, 2011).

Ces palmeraies se caractérisent par :

1. La culture du palmier dattier (*Phoenix dactylifera*), associée à des cultures sous-jacentes maraîchères et fourragères ainsi qu'à quelques arbres fruitiers tels que le grenadier, le figuier et la vigne.

2. Organisation spatiale en plusieurs strates végétales permettant de protéger les cultures contre les conditions climatiques sahariennes sévères, notamment les fortes températures et les vents chauds. La palmeraie joue également un rôle socio-économique important pour les habitants du Ksar à travers la production agricole, l'alimentation des familles et certaines activités commerciales et artisanales.

3. L'exploitation des eaux souterraines par les puits artésiens avant 1883, et à partir de cette date, par les forages (Pillet, 1995) ;

4. Les coopérations sociales nommées Touiza pour accomplir des travaux des propriétés communes (ex : ouverture et entretien des drains) ou individuelle.

5. Le système d'irrigation de la palmeraie du Ksar est fondé sur l'exploitation des eaux souterraines à travers les puits artésiens puis, plus récemment, les forages modernes. Ce système a permis pendant longtemps la valorisation du potentiel hydrique de la région et le maintien de l'activité agricole oasienne.

Le réseau d'irrigation distribue les eaux aux palmeraies par des canalisations (Hammala) qui ramènent les eaux jusqu'aux jardins, où les eaux sont perdues par infiltration (Photo. 2).



Photo 2. Canal d'acheminement des eaux « Hammala » vers les jardins du Ksar

2. Méthodes d'étude

2.1. Approche méthodologique

L'étude repose sur une approche à la fois descriptive et analytique, visant à offrir une compréhension multidimensionnelle du phénomène des incendies dans les écosystèmes oasiens. Cette approche comprend plusieurs aspects à savoir :

- ❖ Une étude bibliographique,
- ❖ Une enquête administrative,
- ❖ Une enquête dans la palmeraie du Ksar,
- ❖ Collecte des données GPS et analyse SIG,
- ❖ Analyse des données d'enquêtes.

La complémentarité de ces différentes approches méthodologiques permet de mettre en relation la réalité vécue par les agriculteurs et les informations issues des sources académiques et institutionnelles. Elle offre ainsi une vision plus complète des incendies et de leurs impacts sur la palmeraie du Ksar de Ouargla.

2.1.1. Etude bibliographique

L'étude bibliographique s'est basée sur la recherche d'information nécessaire sur incendies agricole en générale et particulièrement en zone de palmeraies au Sud algérienne. Elle touche les données statistiques comme les fréquences, les dégâts et les causes des incendies. Les ressources bibliographiques : article, rapports, mémoires, thèses...etc.

2.1.2. Enquête administrative

L'enquête administrative vise à collecter les données statistiques officielles sur les incendies en palmeraies de Ouargla en générale et en particulier dans la palmeraie du Ksar. Elle a été effectuée auprès de plusieurs institutions locales, notamment : la protection civile, la direction des services agricoles, la conservation des forêts...etc.

2.1.3. Enquête dans la palmeraie du Ksar

Dans le cadre de notre étude, une enquête sur terrain a été réalisée au niveau de plusieurs sites incendiés de la palmeraie du Ksar d'Ouargla. Ce diagnostic permet de mieux comprendre le phénomène des incendies, leur répartition spatiale et les causes de leur déclenchement.

Cette enquête s'est basée principalement sur l'observation directe du terrain. Elle nous a permis d'identifier plusieurs caractéristiques liées à l'état de la palmeraie, notamment la densité des palmiers, leur état sanitaire, ainsi que les signes de dégradation par le feu.

En plus, les discussions informelles avec les habitants et les agriculteurs locaux ont permis de recueillir des informations sur les incendies, les dégâts observés et les changements spatiaux au fil du temps après les incendies.

L'enquête vise à mettre en évidence les causes des incendies, les moyens de lutte et les contraintes de lutte liées à l'entretien des jardins de palmeraie, la rareté de la main-d'œuvre, ainsi que les effets des conditions climatiques.

2.1.4. Collecte des données GPS et analyse SIG

Dans le cadre de cette étude, des relevés GPS ont été effectués au niveau des sites incendiés de la palmeraie du Ksar. Plusieurs points géographiques ont été enregistrés autour du périmètre de chaque site incendié afin de délimiter leur contour. Les coordonnées collectées ont ensuite été intégrées dans un Système d'Information Géographique (SIG) pour

calculer les superficies brûlées et voir la répartition spatiale des incendies. Au total, neuf sites incendiés ont été étudiés.

La superficie de chaque station a été calculée à partir des coordonnées GPS après conversion du système de référence WGS84 vers le système de projection UTM Zone 31N.

La procédure suivie dans le logiciel QGIS est la suivante :

- Saisie des coordonnées GPS.
- Conversion des coordonnées au système UTM Zone 31N.
- Création d'un polygone représentant les limites de chaque station.
- Ouverture de la table attributaire.
- Sélection de l'outil « Calculer la géométrie ».
- Définition de la surface et de l'unité de mesure (m²).
- Calcul automatique de la superficie par le logiciel QGIS (équation de Gauss – formule du lacet) et enregistrement des résultats dans la table attributaire

« Lors du travail de terrain réalisé dans les palmeraies du Ksar de Ouargla (Beni Ouaguine, Beni Brahim et Beni Sissine), aucune mesure n'a pu être effectuée au niveau de la palmeraie de Beni Sissine, en raison du temps limité consacré aux sorties de terrain. Par conséquent, l'analyse comparative a été réalisée uniquement sur les palmeraies de Beni Ouaguine et Beni Brahim. »

2.1.5. Analyse des données d'enquêtes

Les données d'enquête ont subi une analyse qualitative et qualitative par rapport à l'évolution des incendies, la surface incendié et les impacts sur les palmeraies de Ouargla notamment sur celle du Ksar.

Les informations recueillies ont été analysées de manière graphique et descriptive, en se concentrant sur l'identification des phénomènes visibles liés aux incendies au niveau de la palmeraie.

L'analyse qualitative consiste à relever les différents aspects observés, notamment l'état de dégradation, les traces d'incendies, ainsi que leurs impacts sur la végétation et l'environnement.

Par ailleurs, l'analyse adoptée afin permet de classer les observations par rapport aux causes apparentes des incendies, les conséquences, les indicateurs de vulnérabilité de la palmeraie du Ksar ainsi que le mode aménagement post-incendies.

Partie III :

Résultats et discussion

Chapitre IV. Situation des incendies à Ouargla

1. Répartition des palmeraies dans la wilaya de Ouargla

L'analyse de la répartition des palmeraies dans la wilaya de Ouargla met en évidence une concentration importante du patrimoine phoenicicole dans certaines communes. La commune d'Ouargla occupe la première place avec 314 122 palmiers dattiers, suivie d'Aïn Beida (230837 palmiers), de N'Goussa (209872 palmiers) et de Hassi Ben Abdallah (196749 palmiers). À l'inverse, la commune d'El Borma présente un effectif très faible, ce qui traduit une répartition inégale des ressources phoenicicoles à l'échelle de la wilaya (Fig. 5).

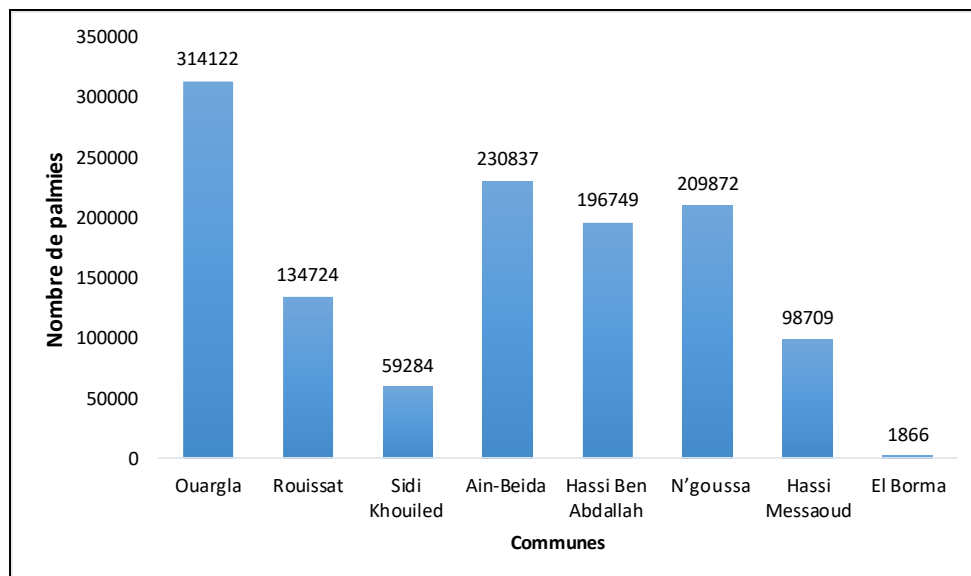


Figure 5. Nombre de palmiers dattiers par commune (D.S.A., 2024).

La superficie des palmeraies confirme cette répartition. Les communes d'Ouargla, de Hassi Ben Abdallah et de N'Goussa disposent des plus grandes superficies phoenicicoles, avec respectivement 2160,81 ha, 2 135,98 ha et 2076,44 ha. Ces communes constituent ainsi les principaux pôles de production phoenicicole de la wilaya (Fig. 6).

Les superficies arbustives hors palmiers demeurent relativement limitées comparativement aux superficies phoenicicoles. Les valeurs les plus élevées sont observées à Aïn Beida (15 ha), ainsi qu'à Sidi Khouiled et N'Goussa (10 ha chacune). Cette végétation secondaire participe à la diversité écologique des palmeraies, mais peut également favoriser la propagation des incendies lorsqu'elle n'est pas entretenue (Fig.7).

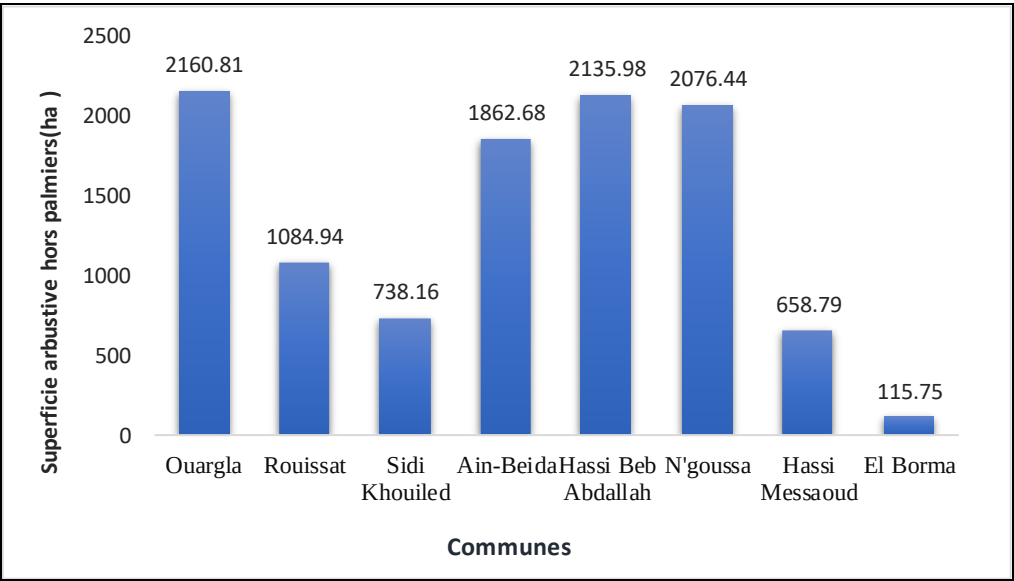


Figure 6. Superficie des palmeraies par commune (DSA, 2024).

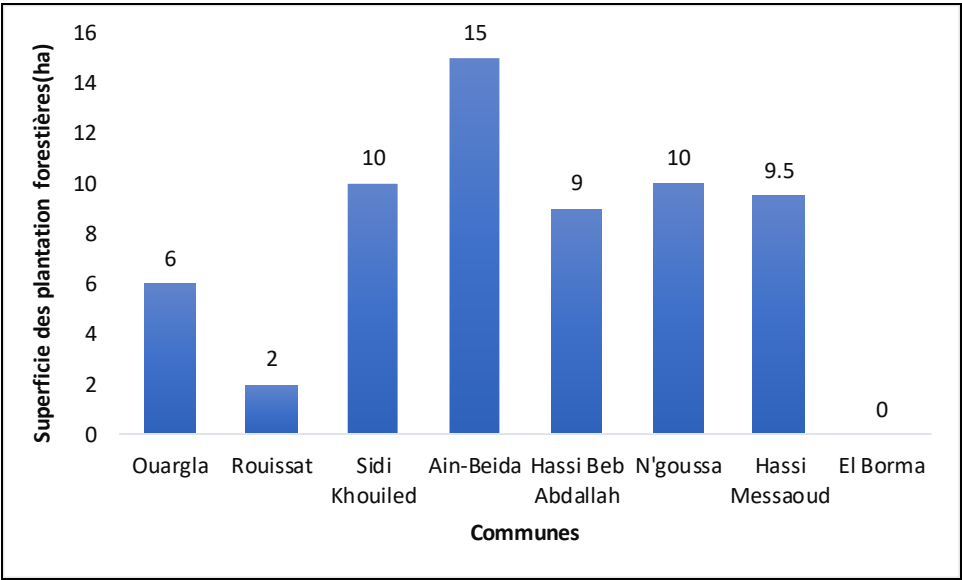


Figure 7. Superficie arborescente hors palmiers par commune (DSA, 2024).

2. Evolution des incendies dans les palmeraies de Ouargla

L'évolution des incendies dans les palmeraies de la wilaya de Ouargla entre 2013 et 2025 montre des fluctuations importantes. Le nombre d'incendies enregistrés varie d'une année à l'autre, avec des valeurs relativement élevées durant la période 2013-2021. Le maximum a été observé en 2021 avec 539 incendies, tandis que les années 2022 à 2025 ont connu une baisse progressive du nombre de sinistres, atteignant 269 incendies en 2025. Cette diminution peut être liée au renforcement des actions de prévention et à l'amélioration des dispositifs de lutte contre les incendies (Fig. 8).

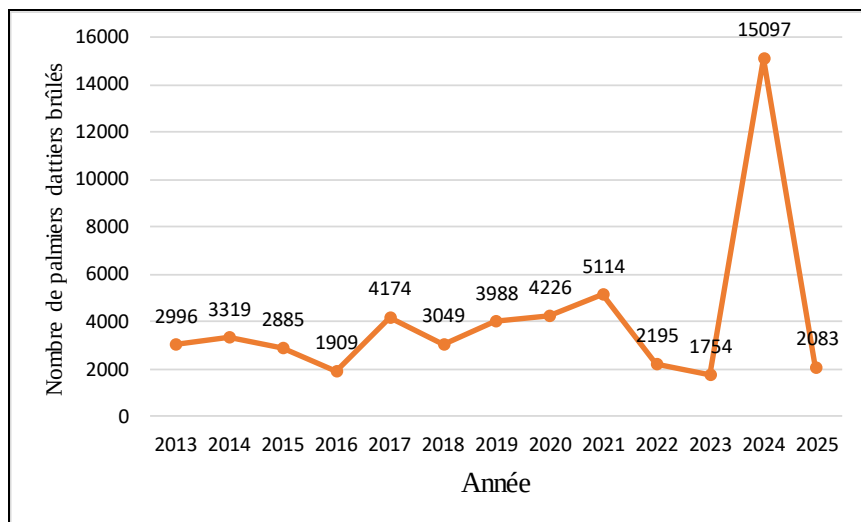


Figure 8. Nombre de palmiers dattiers brûlés entre 2013 et 2025 (DSA, 2024).

L'évolution du nombre de palmiers dattiers brûlés reflète également l'importance des dommages causés par les incendies. Les pertes les plus importantes ont été enregistrées en 2024 avec 15097 palmiers détruits, ce qui constitue une valeur exceptionnellement élevée par rapport aux autres années. En revanche, les années 2022 et 2023 présentent les valeurs les plus faibles avec respectivement 2195 et 1754 palmiers brûlés. Ces variations traduisent l'influence de l'intensité et de l'extension spatiale des incendies sur les palmeraies (Fi les palmeraies (Fig. 9).

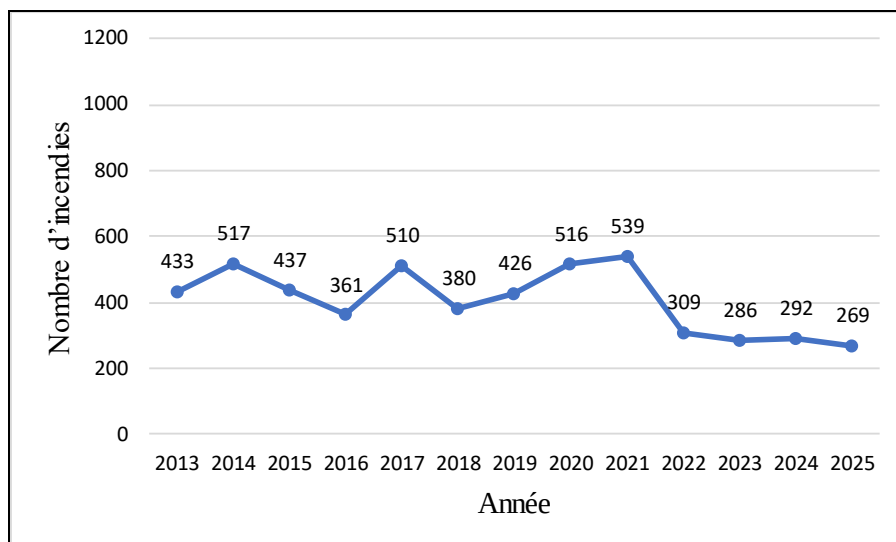


Figure 9. Nombre des incendies dans la wilaya de Ouargla entre 2013 et 2025 (D.P.C, 2025).

Concernant les haies végétales, leur longueur brûlée a connu des fluctuations marquées au cours de la période étudiée. Les valeurs les plus élevées ont été observées en 2017 (12884 m) et en 2021 (12328 m), tandis qu'une tendance générale à la diminution apparaît à partir de 2022, avec seulement 3753 m enregistrés en 2025. Cette évolution témoigne d'une réduction progressive des dégâts affectant les structures végétales servant de protection aux palmeraies (Fig. 10).

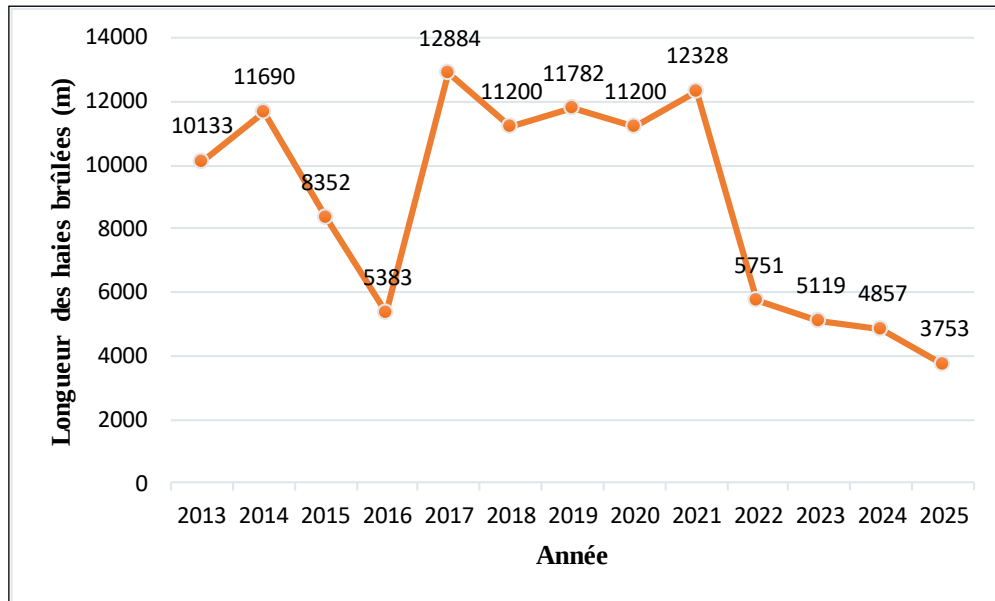


Figure 10. Longueur des haies brûlées dans la wilaya de Ouargla entre 2013 et 2025 (D.P.C, 2025).

La superficie totale des végétations brûlées présente une forte variabilité interannuelle. Les superficies les plus importantes ont été enregistrées en 2019 (658365 m²) et en 2024 (640816 m²), révélant l'occurrence d'incendies particulièrement étendus. À l'inverse, l'année 2016 a enregistré la plus faible superficie brûlée avec seulement 25846 m². Ces résultats montrent que l'impact spatial des incendies ne dépend pas uniquement du nombre de sinistres, mais également de leur ampleur et des conditions environnementales favorisant leur propagation (Fig. 11).

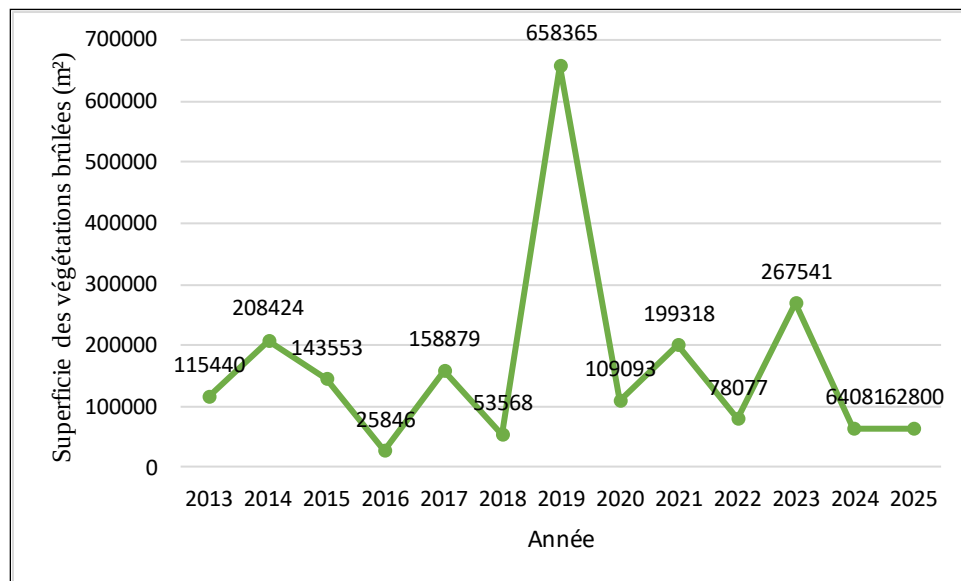


Figure 11. Superficie des végétations brûlées dans la wilaya de Ouargla entre 2013 et 2025
(D.P.C, 2025)

3. Fréquence et saisonnalité des incendies

3.1. Observation des incendies

L'observation des incendies dans la palmeraie du ksar de Ouargla montre une fréquence variable des feux selon les années, avec une augmentation notable durant les périodes estivales caractérisées par des températures élevées, des vents chauds et une forte sécheresse.

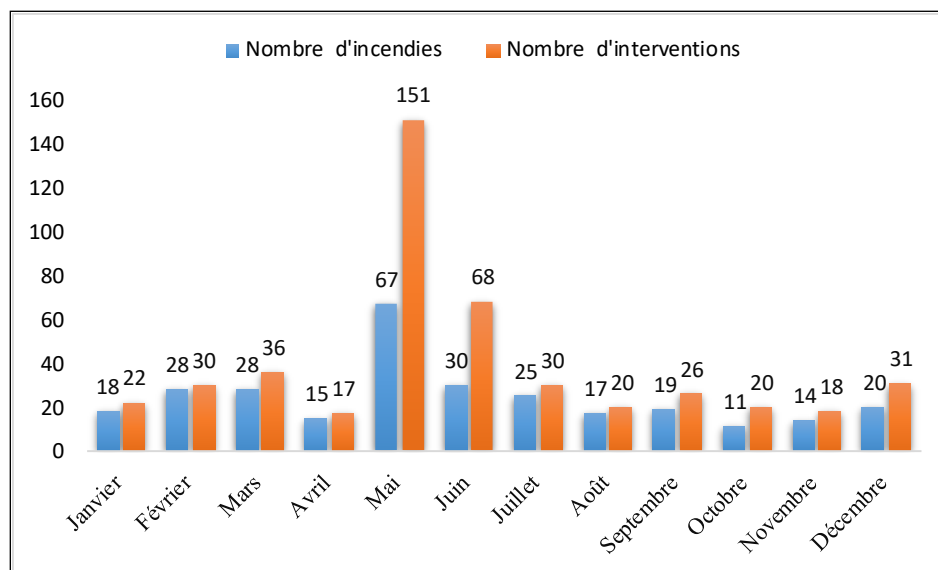
Les incendies touchent principalement les palmiers dattiers, les herbes sèches ainsi que les déchets végétaux accumulés à l'intérieur de la palmeraie. La propagation rapide du feu est favorisée par la densité de la végétation, l'absence d'entretien régulier et l'étroitesse des passages au sein du ksar.

Les observations de terrain ont également révélé que plusieurs départs de feu sont liés aux activités humaines, notamment le brûlage incontrôlé des déchets, les courts-circuits électriques et la négligence. Par ailleurs, les conditions climatiques extrêmes aggravent la vulnérabilité de la palmeraie face aux incendies.

3.2. Saison des incendies

L'analyse des incendies à Ouargla indique que 96 % des incendies surviennent principalement en été, période marquée par des températures extrêmes, accentuant la sécheresse et les risques de feu.

Les données mensuelles en 2024 montrent que la période estivale, s'étendant de mai à août, est particulièrement critique en termes de fréquence et d'intensité des incendies dans la wilaya de Ouargla (Fig. 12). Durant ces quatre mois, on recense à eux seuls 139 incendies, soit près de la moitié des cas annuels, avec un pic alarmant au mois de mai. Ce dernier enregistre non seulement le nombre le plus élevé d'interventions (151), mais surtout des pertes massives estimées à 13938 palmiers (Fig. 13 ; Annexe 2), ce qui représente environ 92 % des pertes totales de l'année. Bien que les mois de juin, juillet et août affichent un nombre d'incendies moindre, ils confirment la vulnérabilité accrue des oasis durant l'été, en raison de conditions climatiques favorables à la propagation rapide du feu. Par ailleurs, les participants à l'enquête ont confirmé que les incendies de palmiers augmentent de manière significative pendant la saison estivale, ce qui renforce l'importance des mesures de prévention pendant cette période. Cette concentration des sinistres en été souligne ainsi l'urgence de renforcer les dispositifs de surveillance et de sensibilisation durant cette période



à haut risque (D.P.C, 2025).

Figure 12. Nombre d'incendies et interventions en 2024 à Ouargla (D.P.C, 2025).

4. Causes des incendies

Les incendies dans les palmeraies peuvent être causés par deux types des causes: naturels et anthropiques liés aux activités humaines.

4.1. Causes naturelles

Les causes naturelles des incendies dans les palmeraies sont principalement liées aux conditions climatiques extrêmes telles que les fortes températures, la sécheresse, la faible humidité et les vents chauds, qui favorisent le dessèchement de la végétation et la propagation

du feu. Toutefois, ces causes demeurent moins fréquentes que les causes anthropiques dans les palmeraies de la région de Ouargla (Meddour-Sahar et *al.*, 2014).

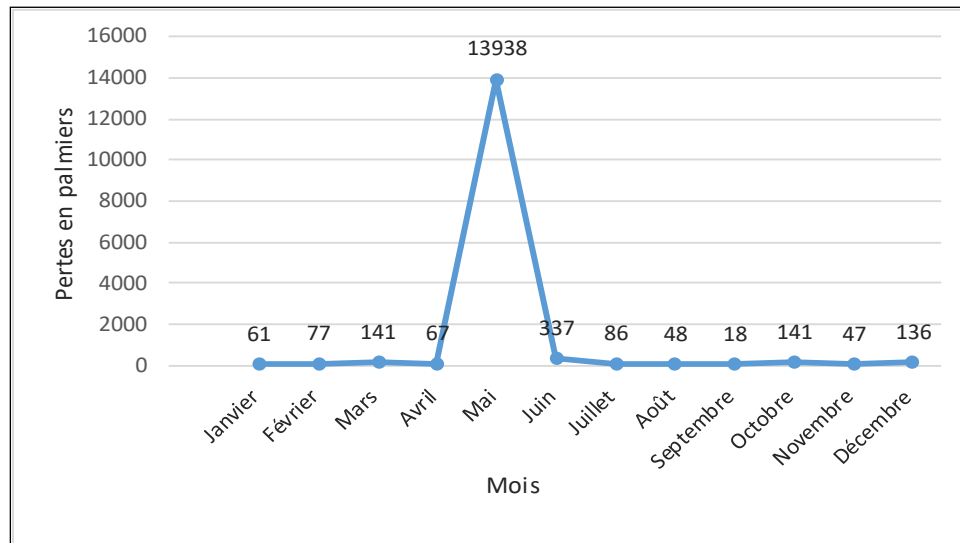


Figure 13. Les pertes en palmiers en 2024 à Ouargla (D.P.C, 2025).

4.2. Causes anthropiques

Les incendies dans la palmeraie du Ksar de Ouargla sont principalement liés aux activités humaines. Selon (Faci, 2017), ils figurent parmi les contraintes majeures qui affectent cet agroécosystème et sont souvent associés à des actes de négligence ou à des interventions volontaires. L’abandon de certaines exploitations, l’accumulation de palmes sèches et le manque d’entretien favorisent leur déclenchement et leur propagation. Dans la même perspective, (Dadamoussa et *al.*, 2022) considèrent les incendies comme un facteur important de dégradation parmi d’autres contraintes affectant la palmeraie du Ksar de Ouargla (Annexe 3). Ces éléments montrent que les incendies contribuent significativement à la dégradation, sans constituer l’unique facteur déterminant.

D’après C.F.W.O. (2025), il y a plusieurs facteurs de risque des incendies dans les palmeraies liés à l’homme comme la négligence des agriculteurs, les clôtures inflammables, les lignes électriques surplombant les palmiers, les pistes agricoles étroites et la présence des mauvaises herbes favorisant les incendies (Photo 3).

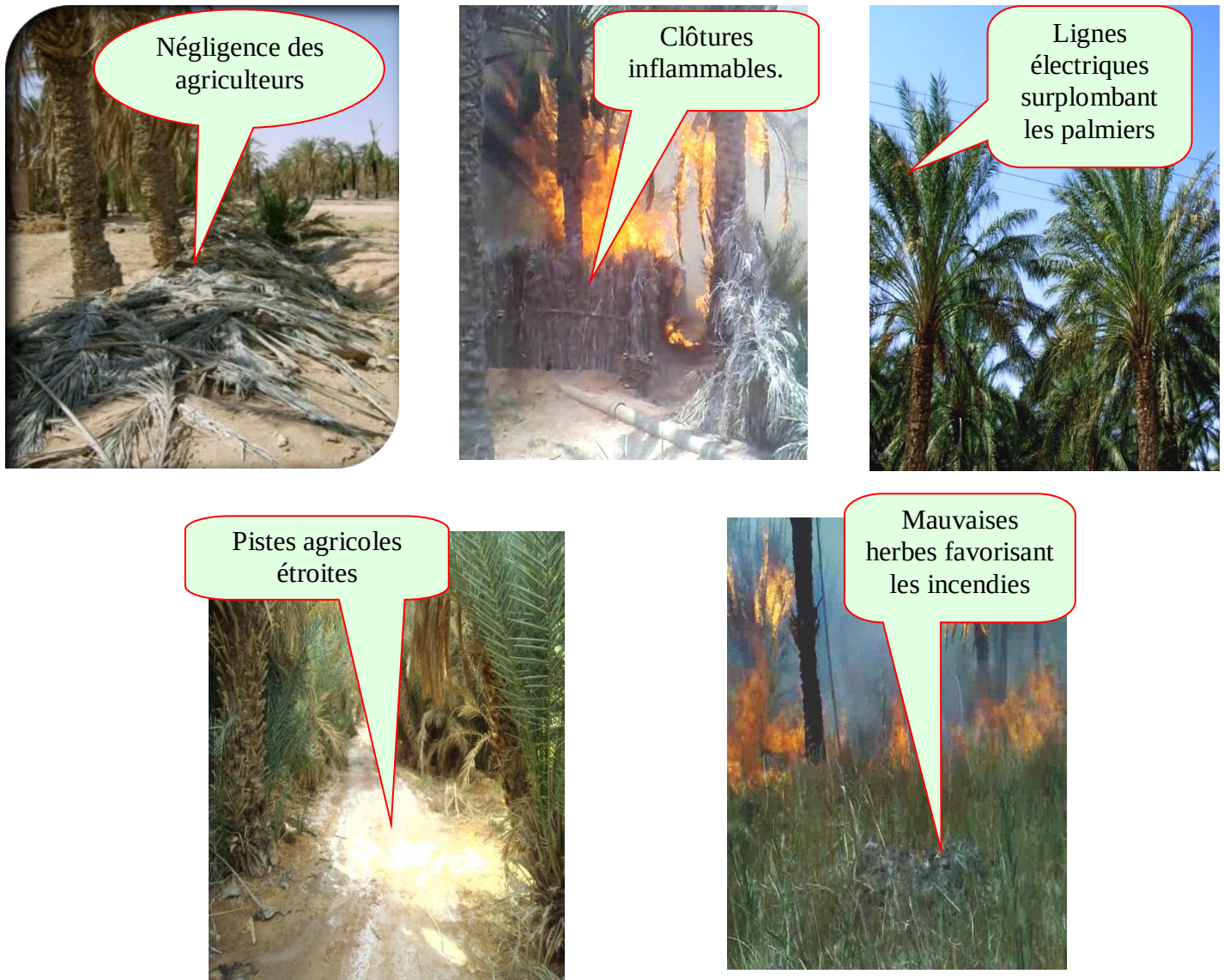


Photo 3. Facteurs de risque des incendies des palmeraies (C.F.W.O., 2025)

5. Evolution des incendies dans les palmeraies du ksar de Ouargla

L'étude de l'évolution des incendies de palmiers au niveau du ksar de Ouargla durant la période 2015–2024, a met en évidence le nombre d'incendies ainsi que les pertes enregistrées en palmiers selon les différentes zones touchées (Fig. 14 et 15 ; Annexe 4 et 5).

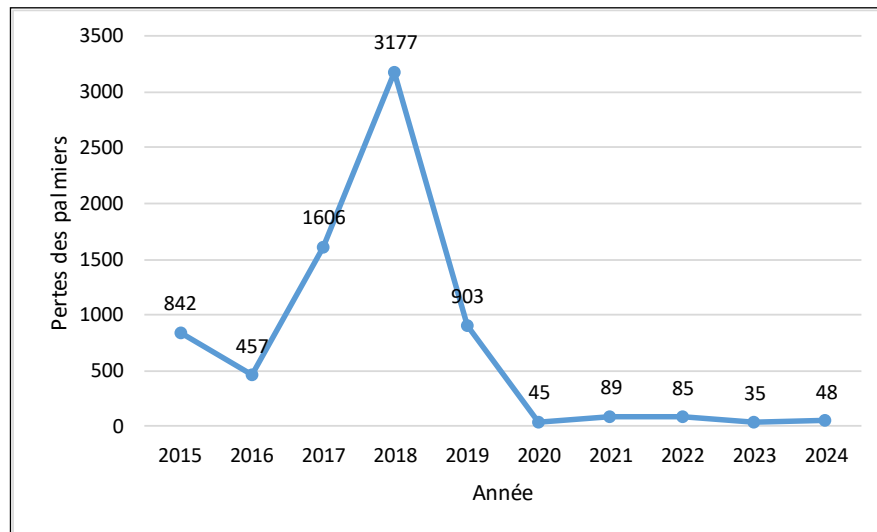


Figure 14. Pertes des palmiers du ksar entre 2015 et 2024 (D.P.C, 2025).

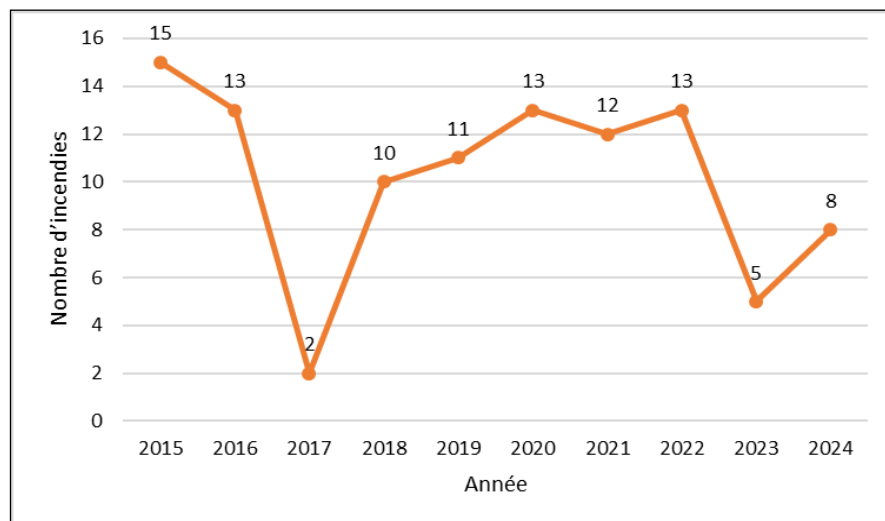


Figure 15. Nombre d'incendies du ksar entre 2015 et 2024 (D.P.C, 2025).

Les résultats montrent une forte variabilité des incendies d'une année à une autre. L'année 2015 a enregistré des pertes importantes avec 842 palmiers brûlés répartis sur 15 incendies, principalement dans les zones de Beni Brahim et Bab Es-Sebaa (Fig. 15). En 2016, les pertes diminuent à 457 palmiers malgré un nombre d'incendies relativement élevé (13 incendies).

L'année 2017 marque une aggravation notable de la situation avec 1606 palmiers détruits, tandis que l'année 2018 représente le pic le plus élevé de toute la période étudiée avec 3177 palmiers brûlés pour 10 incendies seulement. Cette situation montre que certains incendies ont été particulièrement violents et destructeurs, notamment dans la zone de Bab

Es-Sebaa (Fig. 16).

À partir de 2019, une baisse progressive des pertes est observée. Le nombre de palmiers détruits passe à 903 palmiers en 2019, puis chute considérablement entre 2020 et 2024 où les pertes restent relativement faibles comparativement aux années précédentes. Cette diminution pourrait être liée à l'amélioration des moyens de prévention, à une intervention plus rapide des services de lutte contre les incendies ou à une sensibilisation accrue des habitants.

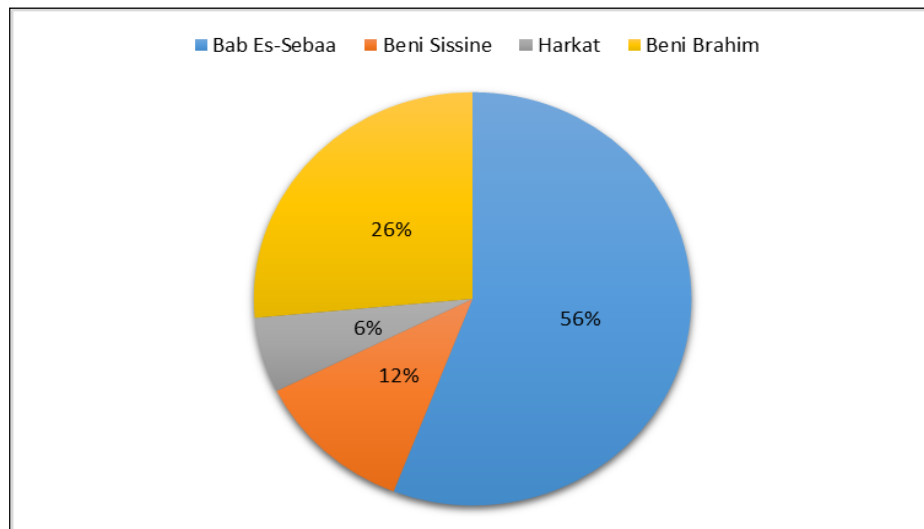


Figure 16. Répartition des incendies et des pertes des palmiers par zone dans le ksar entre 2015 et 2024 (D.P.C, 2025).

6. Mesures de prévention et de lutte contre les incendies

Les incendies représentent une menace importante pour les palmeraies du ksar de Ouargla en raison des dégâts qu'ils provoquent sur le palmier dattier, la couverture végétale et les infrastructures agricoles.

En plus de la destruction des arbres productifs, les incendies contribuent à la dégradation de l'écosystème oasien et à la diminution de la productivité agricole. Face à cette situation, plusieurs mesures de prévention et de lutte sont mises en œuvre afin de réduire les risques d'incendie et de limiter leurs impacts sur les exploitations agricoles (Amrani, 2021). Les actions préventives reposent principalement sur l'entretien régulier des palmeraies à travers l'élimination des palmes sèches, le nettoyage des résidus végétaux et le désherbage périodique, afin de réduire l'accumulation des matières combustibles. La création de bandes coupe-feu et de pistes agricoles facilite également l'accès des équipes d'intervention et contribue à ralentir la propagation des flammes. Par ailleurs, la sensibilisation des agriculteurs aux dangers liés aux incendies constitue un élément essentiel dans la protection des palmeraies, notamment durant les périodes de fortes chaleurs et de vents secs (D.P.C, 2020).

En cas d'incendie, la lutte repose sur l'intervention rapide des services de la Protection Civile ainsi que sur la mobilisation des populations locales pour limiter l'extension du feu. L'utilisation de moyens matériels adaptés, tels que les camions-citernes et les motopompes, permet de réduire l'ampleur des dégâts causés aux palmiers et aux parcelles agricoles (Addoun, 2022).

Chapitre V. Situation des incendies au Ksar

1. Dégâts en palmeraie

Les incendies survenus dans la palmeraie ont engendré des dégâts considérables sur le couvert végétal et les composantes de l'écosystème oasien. Les observations de terrain révèlent une atteinte importante des palmiers dattiers, caractérisée par la carbonisation des troncs et le dessèchement total ou partiel des palmes. Certains palmiers ont subi des dommages irréversibles ayant conduit à leur dépérissement complet, tandis que d'autres présentent des brûlures limitées au stipe ou à la couronne foliaire (Photo. 4).

Le feu a également affecté la végétation herbacée et les rejets présents au sol, favorisant une propagation rapide des flammes à travers la palmeraie (Photo. 5). La présence d'importantes quantités de matière sèche a accentué l'intensité de l'incendie et aggravé les pertes végétales. Dans certaines zones, les températures élevées ont provoqué la chute ou l'inclinaison de plusieurs palmiers en raison de l'affaiblissement de leur structure.

Par ailleurs, les dégâts ne se limitent pas uniquement à la végétation. Les infrastructures hydrauliques et certains équipements situés à proximité des foyers ont également été touchés par les flammes (Photo. 6), ce qui peut perturber les activités agricoles et les opérations d'irrigation. L'ensemble de ces impacts traduit une dégradation importante de l'état écologique et productif de la palmeraie, nécessitant des interventions d'aménagement et de réhabilitation post-incendie



Photo 4. Palmiers dattiers affectés à différents degrés de brûlures et d'assèchement.



Photo 5. Dégradation générale de l'agro-système oasien après l'incendie



Photo 6. Équipements hydrauliques touchés par les flammes dans la palmeraie



Photo 7. Sol entièrement calciné avec des herbes sèches

2. Changements observés dans la palmeraie après les incendies

Les observations de terrain réalisées après les incendies ont permis de mettre en évidence plusieurs changements affectant la structure et le fonctionnement de la palmeraie. Le changement le plus apparent concerne la diminution du couvert végétal, due à la destruction partielle ou totale des palmiers dattiers, des herbacées et des rejets présents au sol. Cette régression de la végétation a modifié l'aspect paysager de la palmeraie et réduit son rôle de protection contre les conditions climatiques locales (Photo. 5).

Par ailleurs, les zones touchées présentent une accumulation de résidus végétaux calcinés ainsi qu'une altération visible de la surface du sol (Photo. 7). Les traces de brûlure observées sur les palmiers témoignent de l'intensité variable du feu selon les secteurs. Dans certaines parcelles, la mortalité des palmiers a entraîné l'apparition d'espaces dénudés, rompant la continuité du couvert végétal.

Les incendies ont également provoqué des changements dans l'organisation et l'exploitation des parcelles agricoles, notamment à travers l'abandon temporaire de certaines zones affectées et la nécessité d'entreprendre des opérations de nettoyage et de réhabilitation. Ces modifications traduisent l'impact significatif des incendies sur la dynamique écologique et la fonctionnalité de la palmeraie.

3. Contraintes et difficultés

Les palmeraies du ksar de Ouargla sont confrontées à plusieurs contraintes qui favorisent le déclenchement et la propagation des incendies. Parmi les principales difficultés

observées figure l'abandon progressif de certaines parcelles, qui entraîne l'accumulation de palmes sèches, de résidus végétaux et d'herbes spontanées constituant un combustible favorable à la propagation du feu. Cette situation est particulièrement visible dans certaines zones marginales ou insuffisamment entretenues du ksar.

La configuration traditionnelle des palmeraies du ksar représente également une contrainte importante. En effet, l'étroitesse des pistes et des passages entre les parcelles rend difficile l'accès rapide aux foyers d'incendie et complique les interventions des services de secours. De plus, la forte densité du couvert végétal favorise la transmission rapide des flammes d'un palmier à un autre, augmentant ainsi l'étendue des dégâts.

Par ailleurs, le manque d'entretien régulier de certaines exploitations, associé à l'insuffisance des moyens de surveillance et de détection précoce, réduit l'efficacité des mesures de prévention. L'absence de dispositifs d'alerte et le retard dans le signalement des départs de feu peuvent contribuer à l'aggravation des dommages causés aux palmiers, aux cultures associées et aux infrastructures agricoles.

4. Proposition de solutions

La lutte contre les incendies exige des actions d'aménagement au niveau des palmeraies et des actions préventif à savoir :

- Renforcer les campagnes de sensibilisation auprès des agriculteurs avant la saison estivale.
- Encourager la participation des agriculteurs aux actions de prévention et de surveillance.
- Assurer l'entretien régulier des pistes agricoles pour faciliter l'accès des secours.
- Mettre en place des mesures incitatives pour les exploitants qui entretiennent correctement leurs palmeraies.
- Renforcer la coordination entre les agriculteurs, la Conservation des Forêts et la Protection Civile.
- Contrôler régulièrement les lignes électriques traversant les palmeraies.
- Organiser des opérations périodiques de nettoyage des herbes sèches et des résidus végétaux.

Tableau II. Coordonnées GPS, superficies et observations des sites incendiés étudiés dans les palmeraies du ksar de Ouargla.

Zone	Sites	Points GPS	Point GPS	Mesure GPS X (Latitude)	Mesure GPS Y (Longitude)	Mesure GPS Z (Altitude)	Surface (ha)	Observations
Beni Ouaguine	S1	36	max	31°58'12.514"N	5°20'35.816"E	140 m	11,08	• Traces d'incendie observées sur les palmiers. • Présence de cendres à la surface du sol. • Réduction du couvert végétal. • Début de dégradation de la structure superficielle du sol.
			min	31°58'2.091"N	5°20'9.927"E	125 m		
	S2	11	max	31°58'10.498"N	5°20'22.357"E	140 m	0,48	• Intensité de brûlure variable. • Présence de palmiers partiellement et totalement affectés. • Diminution de la matière organique. • Sol plus exposé à l'érosion éolienne. • Zone affectée par un incendie étendu.
			min	31°58'7.847"N	5°20'17.738"E	125 m		
	S3	5	max	31°58'22.767"N	5°19'46.613"E	132 m	0,024	• Sol recouvert de cendres. • Résidus végétaux carbonisés observés. • Régression de la végétation herbacée. • Altération de la couche superficielle du sol.
			min	31°58'21.955"N	5°19'45.784"E	129 m		
Beni Brahim	S4	21	max	31°58'33.880"N	5°19'24.175"E	132 m	0,014	• Zone fortement touchée par l'incendie. • Nombre important de palmiers brûlés.

Partie III. Résultats et discussion

			min	31°58'30.169"N	5°19'21.001"E	122 m		• Forte réduction du couvert végétal. • Activité biologique du sol potentiellement affectée.
Beni Brahim	S5	8	max	31°58'7.588"N	5°19'9.279"E	133 m	0,053	• Dégâts modérés sur la végétation. • Présence de matière organique carbonisée. • Modification des propriétés physiques du sol. • Quelques signes de régénération naturelle.
			min	31°58'6.589"N	5°19'8.106"E	129 m		
	S6	12	max	31°58'15.207"N	5°19'9.154"E	131 m	0,034	• Degré de brûlure variable selon les points. • Présence de palmiers partiellement endommagés. • Altération de la couche superficielle du sol. • Réduction de la végétation dans les zones affectées.
			min	31°58'11.863"N	5°19'6.207"E	128 m		
	S7	8	max	31°58'6.362"N	5°19'16.635"E	131 m	0,091	• Incendie de faible intensité. • Présence de cendres et de débris carbonisés. • Dégradation limitée du couvert végétal. • Début de régénération naturelle observe.
			min	31°58'5.212"N	5°19'15.382"E	128 m		

Partie III. Résultats et discussion

	S8	8	Max	31°58'33.508"N	5°19'21.294"E	129 m	0,065	• Modification de la composition chimique du sol à cause de l'accumulation des cendres. • Diminution de la perméabilité de la terre, ce qui entrave l'infiltration de l'eau. • Accentuation de l'érosion et de l'évaporation de l'humidité suite à la perte du couvert organique.
			Min	31°58'32.372"N	5°19'20.348"E	125 m		
Transformation en zone urbanisée après incendie	S9	/	/	/	/	/	/	• Cas non observé lors des investigations de terrain

5. Superficies des incendies observés au Ksar de Ouargla

L'analyse des observations de terrain réalisées dans les zones de Beni Ouaguine et de Beni Brahim met en évidence l'impact significatif des incendies sur les palmeraies du Ksar de Ouargla (Tabl. II, Fig. 18). Les surfaces affectées présentent des degrés de dégradation variables, allant de petites zones localisées (0,014 ha à 0,091 ha) à des superficies plus étendues, notamment au niveau du site S1 où la surface incendiée atteint 11,08 ha.

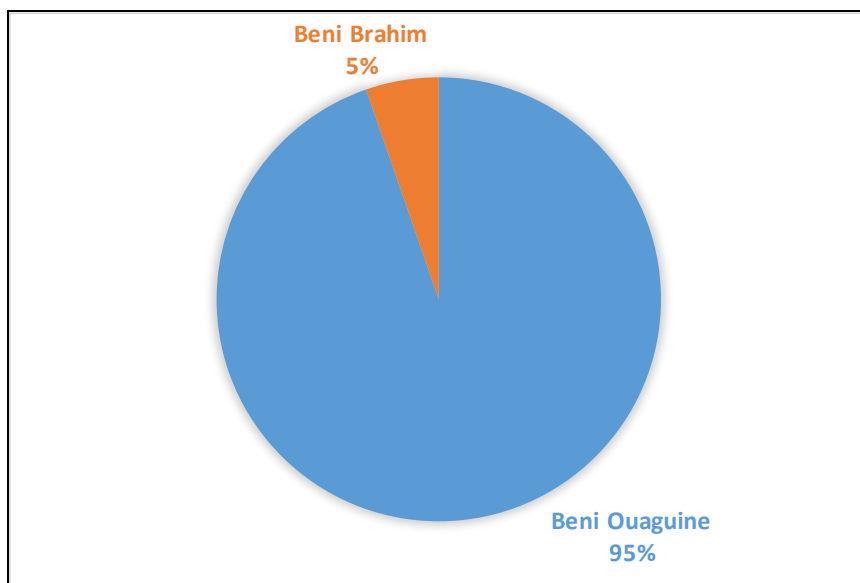


Figure 18. Répartition des superficies incendiées à Beni Ouaguine et Beni Brahim.

Les observations de terrain révèlent une présence généralisée de cendres, de résidus végétaux carbonisés et de palmiers partiellement ou totalement brûlés. Ces éléments témoignent de l'intensité des incendies et de leurs effets directs sur le couvert végétal. La réduction de la végétation, observée dans la majorité des sites, contribue à l'exposition du sol aux facteurs de dégradation, particulièrement l'érosion éolienne, phénomène fréquent dans les milieux sahariens.

Les incendies ont également provoqué des modifications importantes des caractéristiques du sol. Les observations signalent une altération de la couche superficielle, une diminution de la matière organique ainsi qu'une modification des propriétés physiques et chimiques du sol. L'accumulation des cendres peut entraîner des changements dans la composition chimique du substrat, tandis que la perte du couvert organique favorise l'augmentation de l'évaporation de l'humidité et réduit la capacité d'infiltration de l'eau.

Par ailleurs, l'intensité des dommages varie selon les sites. Les sites S2 et S4 apparaissent parmi les plus touchés, avec un nombre important de palmiers affectés et une forte réduction du couvert végétal. À l'inverse, les sites S5 et S7 montrent quelques signes de

régénération naturelle, indiquant une certaine capacité de résilience de l'écosystème oasien lorsque les conditions environnementales restent favorables (Tabl. II).

Concernant l'activité biologique du sol, les observations suggèrent une perturbation potentielle liée à la destruction partielle de la matière organique et à l'élévation des températures lors du passage du feu. Cette situation peut affecter la fertilité du sol et ralentir les processus naturels de régénération de la végétation.

Enfin, aucune transformation des zones incendiées en espaces urbanisés n'a été observée au cours des investigations de terrain (site S9). Cette absence indique que les incendies recensés dans le périmètre étudié ont principalement engendré des impacts écologiques et agricoles, sans entraîner de changement notable dans l'occupation du sol au profit de l'urbanisation.

Dans l'ensemble, les résultats confirment que les incendies constituent un facteur majeur de dégradation des palmeraies du Ksar de Ouargla. Ils affectent simultanément les palmiers, la couverture végétale associée et les propriétés du sol, compromettant ainsi l'équilibre écologique et la durabilité de cet écosystème oasien fragile.

La superficie incendiée est nettement plus importante à Beni Ouaguine (11,584 ha) qu'à Beni Brahim (0,65 ha), représentant la majeure partie des surfaces brûlées recensées lors de l'étude. La superficie incendiée est nettement plus importante à Beni Ouaguine (11,584 ha) qu'à Beni Brahim (0,65 ha), représentant la majeure partie des surfaces brûlées recensées lors de l'étude.

6. Discussion

Les résultats obtenus montrent que les incendies constituent l'un des principaux facteurs de dégradation des palmeraies du ksar de Ouargla. L'analyse des données statistiques, des observations de terrain et des relevés GPS a permis de mettre en évidence l'ampleur des impacts engendrés par ce phénomène sur le patrimoine phoenicicole, les sols et le fonctionnement global de l'écosystème oasien. « Les résultats obtenus concernent uniquement les palmeraies de Beni Ouaguine et Beni Brahim. La palmeraie de Beni Sissine n'a pas pu être intégrée dans l'analyse en raison d'un temps limité consacré aux sorties de terrain. ».

L'évolution des incendies enregistrés dans la wilaya de Ouargla entre 2013 et 2025 révèle une importante variabilité interannuelle. Le nombre d'incendies a atteint son maximum en 2021 avec 539 sinistres avant de connaître une diminution progressive jusqu'à 269 incendies en 2025. Toutefois, cette baisse ne s'est pas accompagnée d'une réduction systématique des dégâts puisque l'année 2024 a enregistré le nombre le plus élevé de palmiers

détruits (15097 palmiers). Cette situation montre que la gravité des incendies dépend davantage de leur intensité et de leur superficie d'extension que de leur fréquence. Les superficies brûlées observées en 2019 et 2024 ainsi que les importantes longueurs de haies détruites démontrent que certains incendies ont affecté de vastes espaces et provoqué des dommages écologiques considérables.

L'étude de la répartition des palmeraies dans la wilaya montre que les communes d'Ouargla, Aïn Beida, N'Goussa et Hassi Ben Abdallah concentrent les effectifs les plus importants de palmiers dattiers ainsi que les plus grandes superficies phoenicicoles. Cette concentration du patrimoine phoenicicole accroît les conséquences potentielles des incendies puisque toute perte affecte directement une part importante de la production dattière régionale. Les superficies arbustives observées dans certaines communes représentent également des réservoirs de matières combustibles pouvant favoriser la propagation des flammes lorsque les opérations d'entretien sont insuffisantes.

Les résultats relatifs à la saisonnalité montrent que les incendies surviennent principalement durant la période estivale. En effet, 96 % des incendies sont enregistrés pendant l'été, avec une concentration particulièrement importante entre mai et août. Le mois de mai 2024 constitue la période la plus critique avec près de 13938 palmiers détruits. Cette situation est directement liée aux caractéristiques climatiques du milieu saharien où les températures extrêmement élevées, la faible humidité relative et les vents chauds favorisent le dessèchement des végétaux et augmentent leur inflammabilité. Ainsi, les conditions climatiques apparaissent comme un facteur déterminant dans l'aggravation des incendies observés au niveau du ksar de Ouargla.

Concernant les causes des incendies, les résultats montrent une combinaison de facteurs naturels et anthropiques. Les températures élevées, les vents chauds et la sécheresse prolongée créent des conditions favorables à la propagation rapide du feu. Toutefois, les observations de terrain indiquent que les activités humaines demeurent le principal facteur déclencheur. Le brûlage non contrôlé des déchets végétaux, les courts-circuits électriques et certaines négligences ont été fréquemment signalés lors des enquêtes. Cette interaction entre facteurs climatiques et facteurs humains explique en grande partie la récurrence des incendies dans les palmeraies du ksar.

L'analyse de l'évolution des incendies dans les palmeraies du ksar de Ouargla entre 2015 et 2024 montre que les pertes en palmiers ont connu de fortes fluctuations. Les années 2017 et surtout 2018 ont enregistré les dégâts les plus importants avec respectivement 1606 et 3177 palmiers brûlés. Le cas de l'année 2018 est particulièrement significatif puisque

seulement dix incendies ont provoqué les pertes les plus élevées de toute la période étudiée. Cela confirme qu'un faible nombre d'incendies peut générer des dégâts considérables lorsque les conditions de propagation sont favorables. À partir de 2019, une diminution progressive des pertes est observée, ce qui pourrait traduire une amélioration des mesures de prévention et une meilleure efficacité des interventions.

La répartition spatiale des dégâts montre que les secteurs de Bab Es-Sebaa et Beni Brahim figurent parmi les zones les plus touchées durant la période étudiée. Cette vulnérabilité peut être expliquée par la densité du couvert végétal, l'accumulation des résidus combustibles et les difficultés d'accès aux foyers d'incendie. À l'inverse, les secteurs de Harkat et Beni Sissine présentent des pertes plus limitées, ce qui traduit probablement des conditions moins favorables à la propagation du feu.

Les observations réalisées après les incendies mettent en évidence des impacts importants sur le couvert végétal. La carbonisation des troncs, le dessèchement des palmes, la destruction des herbacées et des rejets ainsi que la mortalité de nombreux palmiers ont profondément modifié l'aspect de la palmeraie. La réduction du couvert végétal entraîne une diminution du rôle protecteur de la palmeraie contre les contraintes climatiques locales et favorise l'apparition d'espaces dénudés. Ces changements traduisent une dégradation importante de la structure écologique du milieu.

Les relevés effectués dans les huit sites d'étude confirment également les effets des incendies sur les sols. Les sites S1, S2, S3 et S4 présentent une forte réduction du couvert végétal accompagnée d'une accumulation de cendres et de résidus carbonisés. Les observations réalisées dans les sites S5, S6 et S7 montrent des signes de régénération naturelle mais également une altération persistante des propriétés physiques du sol. Les sites S9 représente un scénario potentiel de transformation d'une palmeraie incendiée en zone urbanisée. Bien que cette situation n'ait pas été observée dans l'échantillon étudié, elle traduit un risque réel pour les palmeraies du ksar de Ouargla, où les terrains dégradés peuvent faire l'objet d'un changement d'usage sous l'effet de la pression urbaine. Quant au site S8, elle présente des modifications plus importantes touchant la composition chimique du sol, la diminution de sa perméabilité ainsi qu'une accentuation des phénomènes d'érosion et d'évaporation. Ces résultats démontrent que l'impact des incendies ne se limite pas à la végétation mais affecte également les caractéristiques édaphiques indispensables au maintien de la productivité agricole.

Les changements observés après les incendies concernent également l'organisation des exploitations agricoles. L'abandon temporaire de certaines parcelles, les opérations de

nettoyage nécessaires ainsi que les travaux de réhabilitation témoignent des perturbations engendrées par les incendies sur les activités agricoles. Ces impacts sont renforcés par les contraintes propres au ksar de Ouargla, notamment l'étroitesse des pistes, la forte densité de végétation, l'abandon de certaines parcelles et l'insuffisance des moyens de surveillance. L'ensemble de ces facteurs contribue à accroître le risque d'incendie et à compliquer les interventions de lutte (Annexe 6).

Face à cette situation, les actions d'aménagement post-incendie proposées dans cette étude apparaissent essentielles. Le curage des réseaux de drainage, l'amélioration de l'irrigation, la réhabilitation des pistes agricoles, le nettoyage des exploitations et la restauration des brise-vent constituent des mesures indispensables pour restaurer progressivement les fonctions écologiques et productives des palmeraies affectées. De même, les actions de prévention basées sur l'entretien régulier des palmeraies, la création de bandes coupe-feu, le renforcement de la surveillance estivale et la sensibilisation des agriculteurs représentent des moyens efficaces pour réduire le risque d'incendie à l'avenir.

Ainsi, l'ensemble des résultats obtenus confirme que les incendies exercent des impacts multiples sur les palmeraies du ksar de Ouargla. Ces impacts concernent à la fois la destruction du patrimoine phoenicicole, la dégradation du couvert végétal, l'altération des propriétés du sol, la perturbation des activités agricoles et l'affaiblissement de l'équilibre écologique de la palmeraie. La préservation durable de ce patrimoine nécessite donc une approche intégrée associant prévention, intervention rapide et réhabilitation post-incendie.

Malgré les résultats obtenus, cette étude présente certaines limites. Les investigations de terrain ont été réalisées sur un nombre limité de palmeraies en raison des contraintes de temps et d'accessibilité à certaines exploitations. De plus, l'absence de données détaillées pour certains incendies anciens a parfois limité l'analyse de leur évolution. Néanmoins, les observations effectuées sur le terrain, les enquêtes réalisées auprès des acteurs concernés ainsi que les données collectées ont permis d'obtenir une vision représentative de la situation des incendies dans la palmeraie du Ksar de Ouargla et de mettre en évidence les principales contraintes liées à leur gestion.

Conclusion

Conclusion

Nous pouvons conclure de cette étude que les incendies dans les palmeraies du ksar de Ouargla, s'avère importante. L'analyse administrative et sur terrains montrent une évolution annuelle avec des causes naturelles et anthropiques et des conséquences agro-environnementales graves.

Les résultats obtenus montrent que les incendies constituent une menace permanente pour les palmeraies de la région. L'analyse des statistiques enregistrées dans la wilaya de Ouargla durant la période 2013-2025 a révélé une forte variabilité du nombre d'incendies et de l'ampleur des dégâts occasionnés. Bien qu'une diminution progressive du nombre d'incendies ait été observée au cours des dernières années, les pertes enregistrées en palmiers dattiers, en haies végétales et en superficies brûlées demeurent importantes, traduisant la persistance du risque incendie.

L'étude a également montré que les incendies se concentrent principalement durant la saison estivale. Les températures élevées, la sécheresse prolongée et les vents chauds caractéristiques du climat saharien favorisent le dessèchement de la végétation et augmentent considérablement les risques de propagation du feu. Toutefois, les observations de terrain et les enquêtes réalisées indiquent que les facteurs anthropiques jouent un rôle déterminant dans le déclenchement des incendies. Le brûlage incontrôlé des déchets végétaux, la négligence, les courts-circuits électriques et l'abandon de certaines parcelles constituent les principales causes observées dans le ksar de Ouargla.

L'analyse de l'évolution des incendies dans les palmeraies du ksar durant la période 2015-2024 a mis en évidence d'importantes fluctuations des pertes enregistrées. Certaines années, notamment 2017 et 2018, ont connu des dégâts particulièrement élevés traduits par la destruction de milliers de palmiers dattiers. Les secteurs de Bab Es-Sebaa et Beni Brahim apparaissent comme les zones les plus vulnérables, tandis que d'autres secteurs ont enregistré des pertes relativement limitées.

Les observations réalisées dans les différents sites d'étude ont permis de mettre en évidence les impacts directs et indirects des incendies sur les palmeraies. Les dégâts observés concernent principalement la carbonisation des troncs, le dessèchement des palmes, la destruction de la végétation herbacée et la réduction du couvert végétal. Les incendies ont également provoqué une altération des propriétés physiques et chimiques du sol, marquée par l'accumulation des cendres, la diminution de la matière organique, la réduction de la perméabilité et l'augmentation des phénomènes d'érosion. Ces modifications contribuent à la

Conclusion

dégradation du fonctionnement écologique des palmeraies et limitent leur capacité de régénération naturelle.

Par ailleurs, l'étude a montré que les conséquences des incendies ne se limitent pas aux aspects environnementaux. Elles affectent également la productivité agricole, les infrastructures d'irrigation et l'activité socio-économique liée à l'exploitation du palmier dattier. Les difficultés d'accès aux parcelles, l'étroitesse des pistes, la densité du couvert végétal et l'abandon de certaines exploitations aggravent davantage la vulnérabilité des palmeraies face aux incendies.

Face à cette situation, plusieurs mesures apparaissent indispensables pour réduire les risques futurs. Il s'agit notamment du nettoyage régulier des palmeraies, de l'élimination des résidus végétaux, de l'entretien des parcelles abandonnées, de la création de bandes coupe-feu, du renforcement de la surveillance durant la saison estivale et de la sensibilisation des agriculteurs. Les actions de réhabilitation post-incendie, incluant la restauration des systèmes d'irrigation, l'amélioration de la qualité des sols et la reconstitution du couvert végétal, constituent également des étapes essentielles pour assurer la récupération des zones affectées.

Enfin, cette étude confirme que les incendies représentent un facteur majeur de dégradation des palmeraies du ksar de Ouargla. Leurs impacts concernent à la fois le patrimoine phoenicicole, les sols, la végétation et les activités agricoles. La préservation durable de ces palmeraies nécessite une approche intégrée fondée sur la prévention, la gestion des risques, l'intervention rapide et la réhabilitation des zones sinistrées. Une telle démarche contribuerait à renforcer la résilience des palmeraies du ksar de Ouargla et à préserver ce patrimoine écologique, agricole et socio-économique pour les générations futures.

Références bibliographiques

Référence bibliographiques

- **Addoun T., 2022.** Discovering agricultural fires and role of the various actors in the South-East of Algerian Sahara: the case of Berriane oasis. *Revista Agraria Acadêmica*, vol. 5, n° 6, pp. 1–12. DOI: <https://doi.org/10.32406/v5n6/2022/1-12/agrariacad>
- **Ajouadj F.Z. et Torchi N.E., 2024.** Étude de l'impact des incendies sur les propriétés physicochimiques et microbiennes du sol. Mémoire de Master, Université Constantine 1 Frères Mentouri, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Département de Microbiologie, 39p. <https://fac.umc.edu.dz/snv/bibliotheque/biblio/mmf/2024/126-%20Etude%20de%20l%E2%80%99impact%20des%20incendies%20sur%20les%20propri%C3%A9t%C3%A9s%20physicochimiques%20et.pdf>
- **Al Assouj A.A., 2024.** Les facteurs contribuant au déclenchement des incendies de forêts et leurs effets : cas de la région d'Asir. Arab Journal for Scientific Publishing, n° 66, pp. 71-72. <https://doi.org/10.36571/ajsp664>
- **Alexandrian D., Esnault F., Calabri G., 1998.** Feux de forêt dans la région méditerranéenne. Étude préparée pour la réunion de la FAO sur les politiques publiques concernant les feux de forêt, 8 p.
- **Algeomap, 2026.** Carte administrative de la wilaya de Ouargla. Disponible sur le site Algeomap.
- **Al-Shahri A.A., 2010.** Les incendies de forêts : causes et méthodes de lutte. 1ère édition, Université Naif Arabe des Sciences de la Sécurité, Riyad, 55 p.
- **Al-Shahri A.A., 2010.** Les incendies de forêts : causes et méthodes de lutte. 1ère édition, Université Naif Arabe des Sciences de la Sécurité, Riyad, 55 p.
- **Amrani K., 2021.** Durabilité des agrosystèmes oasiens : évaluation et perspectives de développement. Cas de la palmeraie de Ouargla. Thèse de Doctorat, Université Kasdi Merbah Ouargla, 328 p.
- **Bechahe K., 2021.** Situation de l'élevage camelin laitier dans la zone périurbaine de la région de Ouargla : contraintes et perspectives. Mémoire de Master, Université Kasdi Merbah Ouargla. (pp. 7–11)
- **Bedda H., 2014.** Systèmes de production camelins au Sahara algérien. Étude de cas de la région de Ouargla. Mémoire de Magister en Sciences Agronomiques, Université Kasdi Merbah Ouargla, 77 p.

- **Beggari M. T. et Zouaouid A., 2007.** Effet de l'urbanisation sur l'écosystème oasien (cas de la palmeraie du Ksar de Ouargla). Mémoire d'Ingénieur d'État, Université Kasdi Merbah Ouargla, pp. 4-6.
- **Belkaid H., 2016.** Analyse spatiale et environnementale du risque d'incendie de forêt en Algérie : cas de la Kabylie maritime. Thèse de Doctorat, Université Nice Sophia Antipolis, France. <https://theses.hal.science/tel-01355757v1>
- **Ben Salah M., 2022.** Les écosystèmes oasiens : Caractéristiques écologiques, vulnérabilité aux effets des changements climatiques – Cas des oasis du Djerid. Forum "Ressources en eau et arbitrage de développement durable des territoires oasiens dans un contexte de réchauffement climatique", Gouvernorat de Tozeur, 21–22 octobre. Édition Ibn Kardabous. p. 2.9877
- **Berbache H., Khaoui M. et Hadjab M., 2022.** The oasis system in southern Algeria : a natural heritage threatened with disappearance, case of the oasis of Biskra. Technium Social Sciences Journal, Vol. 34, pp. 588-603. <https://www.researchgate.net/publication/362563787>
- **Bisson J., 2003.** Mythe et réalité d'un désert convoité : le Sahara. Éd. L'Harmattan, Paris, 480 p.
- **Bouammar B. et Bekhti B., 2008.** Le développement de l'économie agricole oasienne : entre la réhabilitation des anciennes oasis et l'aménagement des nouvelles palmeraies. Revue El Bahith, vol. 6, n° 6, pp. 19-24. DOI : 10.35156/0505-000-006-019. https://dspace.univ-ouargla.dz/jspui/bitstream/123456789/392/1/AZIB_Salim.pdf
- **Bouammar B., 2010.** Le développement agricole dans les régions sahariennes. Étude de cas de la région de Ouargla et de la région de Biskra. Thèse de Doctorat, Université Kasdi Merbah Ouargla, 293p.
- **Boulghobra N., Merdas S. et Benmalek A., 2022.** Évaluation et cartographie des feux de forêts généralisés d'août 2021 à Béjaïa et Tizi Ouzou : approche géomatique. Algerian Journal of Arid Regions (JARA), CRSTRA.Vol. 14, n° 2, pp. 60-67. <https://asjp.cerist.dz/en/downArticle/102/14/2/196903>
- **Boumadda A., 2019.** Dynamique et durabilité des systèmes agricoles oasiens dans le Sahara septentrional algérien : cas du pays de Ouargla et du Souf. Thèse de Doctorat, Université Kasdi Merbah Ouargla, pp. 8-18.

- **C.F.W.O, 2024.** Campagne de prévention des incendies des palmeraies au niveau de la wilaya de Ouargla, année 2024. Rapport interne du Conservation des Forêts de Ouargla (C.F.W.O), 46 p.
- **C.F.W.O, 2025.** Plan de prévention et de lutte contre les incendies de forêts à travers le territoire de la wilaya de Ouargla – Année 2025. Rapport interne, 60 p.
- **Côte M., 1962.** Les oasis algériennes. Presses Universitaires de France, Paris.
- **CTFC, 2016.** Communiquer sur les feux de forêt : guide pour journalistes. Centre de la Science et de la Technologie Forestière de Catalogne, document technique, 36p.
https://efirecom.ctfc.cat/docs/efirecomperiodistes_fr.pdf
- **D.P.C, 2020.** Rapport d'évaluation de la campagne de lutte contre les feux de forêts de l'année 2019 et préparation de la campagne 2020. Alger, Algérie, document institutionnel, Direction Générale de la Protection Civile, 19 p.
- **D.P.C, 2025.** Statistiques des activités des unités d'intervention de la protection civile au cours des 13 dernières années., Ministère de l'Intérieur, des Collectivités Locales et de l'Aménagement du Territoire, Algérie, Direction Générale de la Protection Civile, 2 p.
- **Dadamoussa M.L., Boumadda A., Belaroussi M.E.H. et Idder-Ighili H., 2022.** La palmeraie du Ksar de Ouargla entre contraintes et possibilités de réhabilitations. Journal of Advanced Research in Science and Technology (JARST), vol. 8, n° 1, pp. 22-34.
- **Debiche A., 1998.** La dégradation de l'environnement urbain liée aux excédents hydriques au Sahara algérien : impacts des rejets d'origine agricole et urbaine et techniques de remédiation proposées. Cas de Ouargla. Thèse de Doctorat. 284 p.
- **Djidel M., 2008.** Pollution minérale et organique des eaux de la nappe superficielle de la cuvette de Ouargla (Sahara septentrional, Algérie). Thèse de Doctorat, Université Badji Mokhtar, Annaba ,164p. ccdz.cerist.dz
- **DSA, 2024.** Rapport de la campagne de prévention contre les incendies des oasis de palmiers-dattiers dans la wilaya de Ouargla – Année 2024. Rapport interne non publié, Direction des Services Agricoles de Ouargla (DSA), Algérie.
- **DSA, 2025.** Bilan décennal des incendies de palmiers dans la région de Ouargla (2014–2023). Direction des Services Agricoles (DSA). Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural.

- **Dubief J., 1950.** Évaporation et coefficients climatiques au Sahara. Institut de Recherches Sahariennes, Alger, tome VI, pp. 13-43.
- **Dubost D., 1991.** Les zones oasiennes : organisation, développement et gestion des espaces oasiens. Thèse de Doctorat d'État en Géographie, Université François-Rabelais de Tours, 3 tomes.
- **Eldridge T., s.d., 2023.** Tout sur les feux de forêt : origine, impact du changement climatique et gestion des incendies de forêt : comprendre, prévoir et agir. Document en ligne. <https://www.meteomatics.com/fr/histoires-meteo/feux-de-foret/>.
- **Faci M., 2017.** Évaluation des changements socioéconomiques dans les anciennes palmeraies (cas de la région d'Ouargla). *International Journal of Innovative Research in Human Sciences*, vol. 1, n° 1, pp. 17-34. Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides (CRSTRA), Biskra, Algérie
- **FAO, 2020.** Global Forest Resources Assessment 2020. Main Report, Rome, 184 p.
- **Hanani M. et Karoumi M., 2019.** Étude et évaluation des dégâts causés par la fusariose (Bayoud) au niveau des oasis de la daïra de Charouine. Mémoire de Master, pp. 4-12. <https://dspace.univ-ouargla.dz/jspui/bitstream/123456789/22720/4/BOUMADDA.pdf>
- **Idder M.A., 2002.** La préservation de l'écosystème palmeraie : une priorité absolue (cas de la cuvette de Ouargla). Communication présentée au Séminaire international sur le développement de l'agriculture saharienne comme alternative aux ressources épuisables, Biskra.
- **Idder M.A., Bouammar B., et Idder-Ighili H., 2011.** La palmeraie du Ksar d'Ouargla; entre dégradation et réhabilitation. *Revue des Sciences et Technologie Université KASDI Merbah - Ouargla*. V 3. N° 1.
- **Idder M.T., 2005.** Contribution à l'étude des principaux facteurs de dégradation de l'oasis du Ksar de Ouargla. Mémoire d'Ingénieur d'État en Agronomie Saharienne, option Production Végétale, Université Kasdi Merbah Ouargla, Algérie, 93 p. Disponible sur :. Consulté le 12/06/2026.
- **Mansouri, Z., Leghrieb, Y., Kouadri, S., Al-Ansari, N., Najm, H.M., Mashaan, N. S. and Eldirderi, M.M.A., 2022.** Hydro-Geochemistry and Groundwater Quality Assessment of Ouargla Basin, South of Algeria [Évaluation hydro-géochimique et de la qualité des eaux souterraines du bassin d'Ouargla, Sud de l'Algérie]. *Water*, 14(15), 2441.

- **Meddour R., Sahar O. and Bouxin G., 2022**, Syntaxonomical survey of cork oak forests (*Quercus suber* L.) in the province of Tizi Ouzou, Kabylia, Northern Algeria. *Hacquetia*, vol. 21, n° 2, pp. 297–325.
- **Meddour-Sahar O., Meddour R., Leone V. et Derridj A., 2014**. Motifs des incendies de forêt en Algérie : analyse comparée des dires d’experts de la Protection Civile et des Forestiers par la méthode Delphi. *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, Vol. 14, n° 3, 17 p.
- **Merdas S., 2007**. Report of forest fires in some Algerian governorates, cases of East Algeria : Bejaia, Jijel, Setif and Bordj Bou Arreridj. Mémoire de Master, 92 p.
- **Nasa Power Climate Data, 2026** : Prediction Of Worldwide Energy Resources (POWER) Data Access Viewer. NASA Langley Research Center. Données climatiques de la région de Ouargla. Document en ligne. Consulté le 10/06/2026.
- **Pillet D., 1995**. Repères pour l'histoire de Ouargla de 1872-1992. 2ème édition. Traduction arabe de Ali IDDER. 120 p.
- **Raddo s.d., 2026**. L'oasis, qu'est-ce que c'est ? Réseau Associatif de Développement Durable des Oasis (RADD0). Disponible sur : <https://www.raddo.org/ecosysteme-oasien/L-oasis-qu-est-ce-que-c-est>.
- **Rigolot E., Dupuy J.L., Pimont F. et Ruffault J., 2020**. Les incendies de forêt catastrophiques. *Annales des Mines – Responsabilité et Environnement*, n° 98, pp. 29-35.
- **Rouvillois-Brigol M., 1975**. Le pays de Ouargla (Sahara algérien). Variations et organisation d'un espace rural en milieu désertique. Département de Géographie, Université de la Sorbonne, Paris, 389 p.
- **S.D.A, 2004**. Statistiques de la commune de Ouargla. Rapport annuel.
- **S.E.D.A.T, 2004**. Etudes pour le rapprochement et l'aménagement du centre de production agricole (oasis palmiers et périmètres réhabilités), juin. pp. 6-7.
- **Sahar O. et Meddour R., 2020**. Diagnostic des incendies de forêt dans le Nord-Centre algérien : cas des provinces boisées et peuplées de Boumerdès, Bouira et Tizi Ouzou. *Cinq Continents*, vol. 10, n° 22, pp. 282–303.
- **Sebki K., Meddour R. et Zannouch O., 2021**. Utilization of Alsat-2A image for the vegetation mapping of an anthropised forest : example of the Tamgout national forest (Tizi Ouzou, Algeria).

- **Siboukeur A., 2016.** L'eau et l'espace agraire dans la cuvette de Ouargla : cas de la palmeraie du Ksar. Mémoire de Magister en Sciences agronomiques, Département des Sciences Agronomiques, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Kasdi Merbah, Ouargla, Algérie, 104 p.
- **Siboukeur A., 2021.** Contribution à l'étude des variations spatio-temporelles de la salinisation de l'environnement oasien du Ksar de Ouargla (Sahara septentrional algérien). Université Kasdi Merbah Ouargla. 222 p.
- **Slimani R., 2006.** Contribution à l'évaluation d'indicateurs de pollution environnementaux dans la région de Ouargla : cas des eaux de rejets agricoles et urbaines. Mémoire de Magister en Agronomie saharienne, option Protection des écosystèmes en zones arides, Département des Sciences Agronomiques, Faculté des Sciences et des Sciences de l'Ingénieur, Université Kasdi Merbah, Ouargla, Algérie, 95 p.
- **Taibi B.E., Dridi H. et Bouhata R., 2020.** Cartographie de la susceptibilité des incendies à l'aide des données de télédétection et SIG. Revue Scientifique et Technique des Régions Arides, vol. 14, n° 1, pp. 45–58.
- **Toutain G., 1979.** Éléments d'agronomie saharienne : de la recherche au développement. Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), Paris, 276 p.
- **Trabaud I., 1992.** Les feux de forêts : mécanismes, comportement et environnement. Éditions France- Sélection, 278 p.
- **Zenkhrri, S. et Karabi, M., 2020.** L'oasis de Ouargla (Sud Est Algérien) entre déclin et programmes d'État de réhabilitation. Revue des BioRessources, 10(1), 85–91.

Annexes

Annexe 1. Bilan des incendies des palmeraies dans la wilaya de Ouargla entre 2013 et 2025 (D.P.C, 2025).

Année	Nombre d'incendies	Nombre de palmiers brûlés	Longueur des haies « stour » brûlées (m)	Superficie des végétations brûlées (m²)
2013	433	2996	10133	115440
2014	517	3319	11690	208424
2015	437	2885	8352	143553
2016	361	1909	5383	25846
2017	510	4174	12884	158879
2018	380	3049	11200	53568
2019	426	3988	11782	658365
2020	516	4226	11200	109093
2021	539	5114	12328	199318
2022	309	2195	5751	78077
2023	286	1754	5119	267541
2024	292	15097	4857	64081
2025	269	2083	3753	62800
Total	5275	52789	114432	2144985

Annexe 2. Répartition mensuelle des incendies, des interventions et des pertes en palmiers dans la wilaya de Ouargla 2024 (D.P.C, 2025).

Mois	Nombre d'incendies	Nombre d'interventions	Pertes en palmiers
Janvier	18	22	61
Février	28	30	77
Mars	28	36	141
Avril	15	17	67
Mai	67	151	13938
Juin	30	68	337
Juillet	25	30	86
Août	17	20	48
Septembre	19	26	18
Octobre	11	20	141
Novembre	14	18	47
Décembre	20	31	136
Total	292	469	15097

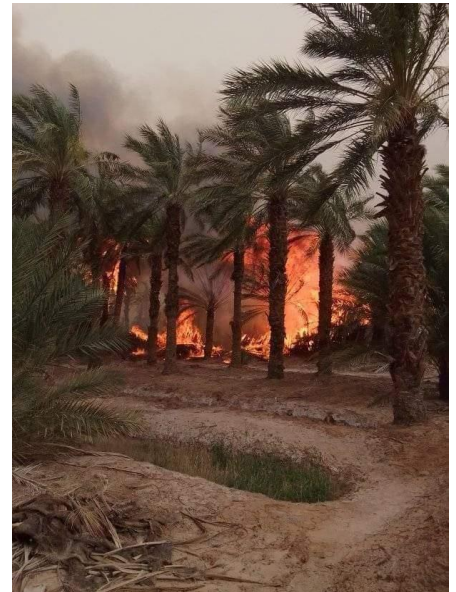
Annexe 3. Palmeraie de l’Ksar de Ouargla 2010 (Dadamoussa et *al.*, 2022).



Annexe 4. Bilan des incendies des palmiers du ksar entre 2015 et 2024 (D.P.C, 2025).

Année	Palmeraies	Pertes des palmiers	Nombre d'incendies
2015	Beni Brahim	621	4
	Bab Es-Sebaa	221	11
Total		842	15
2016	Bab Es-Sebaa	354	11
	Beni Brahim	103	2
Total		457	13
2017	Bab Es-Sebaa	1606	2
2018	Bab Es-Sebaa	3177	10
2019	Bab Es-Sebaa	577	4
	Beni Brahim	315	4
	Beni Sissine	11	3
Total		903	11
2020	Harkat	11	2
	Bab Es-Sebaa	15	4
	Beni Brahim	19	7
Total		45	13
2021	Bab Es-Sebaa	31	3
	Beni Brahim	16	5
	Beni Sissine	42	4
Total		89	12
2022	Bab Es-Sebaa	31	4
	Beni Brahim	25	2
	Beni Sissine	11	3
	Harkat	18	4
Total		85	13
2023	Bab Es-Sebaa	22	3
	Beni Sissine	13	2
Total		35	5
2024	Bab Es-Sebaa	23	5
	Beni Brahim	25	3
Total		48	8

Annexe 5. Photos des incendies des palmeraies de Ouargla 2024.



Annexe 6. Carte de localisation des palmeraies étudiées et des zones à risque d'incendie (D.S.A, 2025)

