الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

N° Ref :……



Université de Mila

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département Science de l'Ecologie et de l'Environnement

Mémoire préparé en vue de l'obtention du diplôme de

Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie et environnement

Spécialité : Protection des écosystèmes (PES)

Thème:

Analyse du risque d'interférence entre la végétation urbaine et les réseaux électriques aériens dans la ville de Mila

Présenté par : **Le: 27/06/2026**

- DAHRA Moussab Iqbal

Devant le jury :

Dr. SAHRAOUI Aboubaker Seddik	MCB	Président
Dr. TABET Slimane	MCB	Examinateur
Dr. LAALA Ahmed	MCA	Promoteur

Année Universitaire: 2025/2026

Remerciement

Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à Dieu Tout-Puissant, qui nous a accordé la force, le courage et la persévérance nécessaires pour mener à bien ce modeste travail.

Nous adressons nos sincères remerciements à Mr LAALA AHMED, qui s'est montré disponible pour nous guider avec des conseils et des commentaires rigoureux ainsi que pour sa gentillesse et son écoute.

Nous exprimons également notre vive reconnaissance à Mr Sahraoui B., pour avoir accepté de faire partie du jury et pour l'intérêt porté à notre mémoire.

Nos remerciements vont aussi à Mr Tabet S., pour avoir accepté d'examiner ce travail ainsi que pour ses remarques pertinentes et ses précieuses contributions scientifiques.

Enfin, nous remercions chaleureusement toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce mémoire. Leur soutien et leurs encouragements nous ont été d'une grande aide tout au long de ce parcours.

Merci

Dédicace

À ma très chère ***mère,***

Source inépuisable d'amour, de tendresse et de sacrifices. Aucun mot ne saurait exprimer toute ma gratitude pour ton soutien inconditionnel, tes encouragements et tes prières qui m'ont accompagnée tout au long de mon parcours. Que Dieu te préserve, t'accorde santé, bonheur et longue vie.

À mon très cher père, ***Ilyes***

Pour tous les sacrifices consentis afin de me voir réussir. Merci pour ton soutien, ta confiance et les valeurs que tu m'as transmises. Que Dieu te protège et t'accorde santé, bonheur et sérénité.

À mon bras droit, ***Amdjed Abdeljalil***

Pour ton affection, ton soutien et tes encouragements. Je te souhaite tout le succès et le bonheur que tu mérites.

À ma sœur, ***Loudjine El Batoul,***

Pour ton amour, ta présence et ton soutien permanent. Puisse Dieu te combler de joie, de réussite et de bonheur.

À mes chers amis : ***Akram, Mohamed, Fateh, Taha*** *et* ***Chihab,***

En témoignage de notre sincère amitié et en souvenir des beaux moments partagés. Merci pour votre soutien et vos encouragements tout au long de cette aventure.

À toute ma famille, et à toutes les personnes qui m'ont soutenue de près ou de loin, je dédie ce modeste travail avec toute ma gratitude et mon profond respect

Moussab Iqbal. Dahra

Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des photos

Introduction……...1

Etude bibliographique

1.1. La végétation urbaine……4
1.2. Types de végétation urbaine……4
1.2.1. Arbres d'alignement……...4
1.2.2. Espaces verts publics……..5
1.2.3. Jardins privés……..5
1.2.4. Toitures et murs végétalisés……...6
1.2.5. Friches urbaines et corridors écologiques……6
1.3. Les bénéfices de l'arbre en ville……7
1.4. La biomécanique de l'arbre en milieu contraint……7
1.5. Spécificités et vulnérabilités des réseaux électriques aériens urbains……...7
1.5.1. Architecture des réseaux (HTA et BT)……8
1.5.2. La notion de "Distance de sécurité"……..8
1.6. Typologie des risques et mécanismes d'interférence……..9
1.6.1. Le risque d'arc électrique……...9
1.6.2. Le risque de rupture mécanique……..10
1.6.3. Le risque d'incendie……10
1.7. Services écosystémiques et bienfaits environnementaux de l'arbre en ville……...11
1.7.1. Régulation du microclimat et atténuation des îlots de chaleur……11
1.7.2. Amélioration de la qualité de l'air et séquestration du carbone……...12
1.7.3. Rôle hydrologique : interception des pluies et réduction du ruissellement…….12
1.8. Les contraintes de développement du patrimoine arboré urbain……...12
1.8.1. Stress édaphiques, compactage des sols et pollution anthropique……...12
1.8.2. Le conflit spatial tridimensionnel avec les infrastructures grises……13
1.9. Stratégies de gestion et d'atténuation du risque……14

1.9.1. L'élagage de sécurité…….14

1.9.2. Le choix des essences et la planification urbaine……...15

1.9.3. L'enfouissement des réseaux……15

1.10. Exemples internationaux de la planification urbain……...16

Approche méthodologique

1. Présentation de la zone d'étude……...18

1.1.Localisation géographique……...18

1.2.Caractérisation climatique de la zone d'étude……...18

1.2.1. Classification Climatique Générale……...19

1.2.2. Régime Thermique (Températures)……..20

1.2.3. Régime des Précipitations (Pluviométrie)…….20

1.2.4. Nébulosité, Humidité et Vents……21

2. Matériels et Méthodes……...22

2.1.Matériels……22

2.2.Méthodologie…….25

2.2.1. Localisation des arbres urbains à risque d'interaction avec les infrastructures électriques aériennes……...25

2.2.2. Classification du niveau de risque d'interférence……26

2.2.3. Indice d'interférence arbre–réseau (IIAR)……...27

2.2.4. Indice de gestion prioritaire (IGP)……27

Résultats et discussion

1. Résultats et discussion……..31

1.1. Indice d'interférence arbre–réseau IIAR……..…….31

1.2. Espèces problématiques……..…….33

1.3. Âge avancé et état sanitaire……..……...34

1.4. Localisation critiques……..…….35

1.5. 1.5. Indice de gestion prioritaire (IGP)……..……41

Conclusion……43

Références bibliographiques……..46

Résumé…….49

List des photos

N°	Titre	page
01	La végétation urbaine	**01**
02	Arbres d'alignement de la ville	**02**
03	Jardin d'essai du Hamma (Algérie)	**02**
04	Jardin privé en milieu urbain	**03**
05	Toiture et mur végétalisés en milieu urbain	**03**
06	Friche urbaine et corridor écologique favorisant la biodiversité urbaine	**04**
07	Interaction entre la végétation urbaine et les lignes électriques aériennes en Algérie	**05**
08	Incendie d'arbre le long des lignes électriques	**07**
09	Opération d'élagage à proximité des lignes électriques aériennes	**11**
10	Travaux d'enfouissement des réseaux électriques aériens	**13**
11	Travaux d'élagage préventif réalisés à proximité des lignes électriques en France	**13**
12	Utilisation de drones pour la surveillance de la végétation près des réseaux électriques aux États-Unis	**14**
13	Vue d'ensemble de la zone d'étude (prise de photo satellitaire de OpenStreetMap)	**23**
14	Interfaces de l'application « Mes coordonnées GPS » et l'application (Height Measure)	**23**
15	Guide d'identification des arbres	**24**
16	Évaluation de la proximité arbre–réseau électrique en milieu urbain	**26**
17	Illustration d'une espèce arborée (platane) à croissance rapide potentiellement problématique pour les réseaux électriques aériens	**28**
18	Arbre vieillissant présentant un risque potentiel d'interaction avec le réseau électrique	**29**

List des figures

N°	Titre	page
01	Distance à respecter par rapport à une ligne haute tension	**06**
02	Les bienfait des arbres en ville	**08**
03	L'arbre en ville face à Les contraintes de développement	**10**
04	Les distances à respecter entre un arbre et une ligne électrique	**12**
05	Localisation géographique de la zone d'étude	**18**
06	Etages bioclimatiques de la wilaya de Mila (Laala et Alatou, 2017)	**19**
07	Répartition en pourcentage des espèces d'arbres en interaction spatiale avec les réseaux électriques aériens	**31**
08	Distribution des arbres selon les classes de risque d'interférence avec les réseaux électriques aériens	**32**
09	Pourcentages des espèces d'arbres selon les différents niveaux de risque d'interférence avec les réseaux électriques aériens	**33**
10	Pourcentages d'espèces problématique	**34**
11	Pourcentage d'espèces sénescentes ou affaiblies	**35**
12	Nombre d'espèces d'arbres à localisations critiques	**36**
13	Pourcentage des arbres par niveau de priorité d'intervention	**37**
14	Nombre d'arbres par niveau de priorité d'intervention	**38**
15	Cartographie du niveau de priorité d'intervention pour la gestion des interférences entre la végétation urbaine et le réseau électrique aérien dans le centre-ville de Mila	**39**

List des tableaux

N°	Titre	page
01	Typologie des risques et mécanismes d'interférence	**06**
02	Synthèse des paramètres de classification (Zone Mila Centre)	**19**
03	Indicateurs des températures extrêmes et moyennes (Mois pivots)	**19**
04	Dynamique de la balance pluviométrique annuelle	**20**
05	Indicateurs atmosphériques, nébulosité et dynamique des vents	**22**
06	Fiche de relevée arboricole	**24**
07	Grille de classification des niveaux de risque d'interférence entre la végétation urbaine et les réseaux électriques aériens	**26**
08	Classification des niveaux de priorité d'intervention selon l'indice de gestion prioritaire (IGP)	**29**

Introduction

Introduction

L'urbanisation croissante des villes s'accompagne d'un développement important des infrastructures urbaines, notamment des réseaux électriques aériens indispensables à l'alimentation des populations en énergie (Bolund & Hunhammar,1999). Parallèlement, la végétation urbaine joue un rôle fondamental dans l'amélioration de la qualité de vie en milieu urbain grâce à ses multiples services écosystémiques, tels que la régulation thermique, l'amélioration de la qualité de l'air, la réduction du bruit et la conservation de la biodiversité. Ainsi, la gestion durable des espaces verts urbains est devenue une composante essentielle de l'aménagement des villes modernes (Roy et al., 2012).

Cependant, la proximité entre les arbres urbains et les réseaux électriques aériens peut générer des conflits d'usage et des risques techniques importants. La croissance naturelle des arbres peut entraîner des contacts avec les conducteurs électriques, provoquant des coupures de courant, des dommages aux infrastructures et, dans certains cas, des incendies ou des accidents mettant en danger la sécurité des personnes (Mills et al., 2016). Ces interactions constituent l'une des principales causes des interruptions de service dans les réseaux de distribution électrique à travers le monde (EPRI, 2020). Les changements climatiques et l'augmentation de la fréquence des événements météorologiques extrêmes accentuent davantage cette problématique. Les épisodes de vents violents, de tempêtes ou de fortes précipitations augmentent le risque de chute de branches ou d'arbres entiers sur les lignes électriques, compromettant ainsi la résilience des infrastructures urbaines. Face à ces défis, les gestionnaires des réseaux et des espaces verts sont amenés à développer des stratégies de prévention basées sur l'évaluation et la cartographie des risques (Panteli et Mancarella, 2015).

La ville de Mila, caractérisée par un développement urbain progressif et une présence importante de végétation d'alignement le long des voies publiques, constitue un cadre d'étude pertinent pour analyser les interactions entre les arbres urbains et les réseaux électriques aériens. Ainsi, ce mémoire vise à évaluer le risque d'interférence entre la végétation urbaine et les réseaux électriques aériens dans la ville de Mila, à identifier les secteurs et les espèces les plus problématiques, et à proposer des recommandations de gestion favorisant à la fois la sécurité du réseau électrique et la préservation des bénéfices écologiques de la végétation urbaine.

Le mémoire s'articule autour de trois parties principales :

Le premier chapitre présente une synthèse bibliographique sur la végétation urbaine, les réseaux électriques aériens et les risques d'interférence entre ces deux composantes du milieu urbain ;

Le deuxième chapitre présente la zone d'étude et la méthodologie utilisée ;

Le troisième chapitre présente les résultats obtenus.

Enfin, une conclusion vient clore ce travail.

Chapitre 01 :

Etude bibliographie

1.1. La végétation urbaine

La végétation urbaine désigne l'ensemble des formations végétales présentes dans les espaces urbains, qu'elles soient spontanées ou issues d'aménagements anthropiques. Elle englobe les arbres, arbustes, herbacées ainsi que les dispositifs végétalisés intégrés aux infrastructures urbaines (Organisation mondiale de la santé (2016). *Urban Green Spaces and Health)*.



Photo1. La végétation urbaine

1.2. Types de végétation urbaine

La végétation urbaine peut être classée en plusieurs catégories :

1.2.1. Arbres d'alignement

Les arbres d'alignement sont plantés le long des voies de circulation et structurent le paysage urbain. Ils jouent un rôle fonctionnel et esthétique important.

D'après la FAO, ils constituent un élément central de la foresterie urbaine (FAO (2018). *Urban and Peri-urban Forestry)*.



Photo 2. Arbres d'alignement de la ville

1.2.2. Espaces verts publics

Ils comprennent les parcs, jardins et squares accessibles au public. Ces espaces sont aménagés pour des fonctions écologiques et sociales. Ils participent à la durabilité des villes et à l'amélioration du cadre de vie (UN-Habitat (2020). *World Cities Report)*.

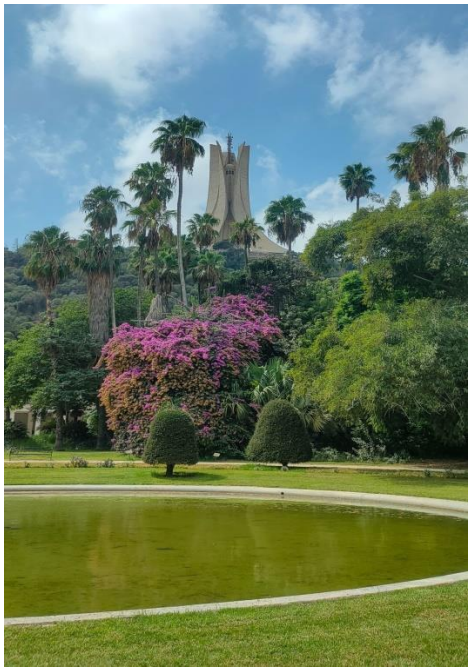


Photo.3. Jardin d'essai du Hamma (Algérie)

1.2.3. Jardins privés

Les jardins domestiques contribuent à la biodiversité urbaine et au microclimat local. Ils sont considérés comme des composantes importantes des écosystèmes urbains (Cecil Konijnendijk (2005). *Urban Forests and Trees*. Springer).



Photo 4. Jardin privé en milieu urbain

1.2.4. Toitures et murs végétalisés

Ces formes de végétalisation intégrée aux bâtiments représentent une innovation dans l'aménagement urbain durable. L'Agence européenne pour l'environnement (EEA) souligne leur rôle dans la régulation thermique et la gestion des eaux pluviales (European Environment Agency (2019). *Urban Green Infrastructure).*



Photo 5. Toiture et mur végétalisés en milieu urbain

1.2.5. Friches urbaines et corridors écologiques

Les friches urbaines permettent le développement d'une végétation spontanée, tandis que les corridors écologiques assurent la continuité biologique. Ces éléments sont essentiels pour la biodiversité (US Environmental Protection Agency (2021). *Green Infrastructure and Climate Change).*



Photo 6. Friche urbaine et corridor écologique favorisant la biodiversité urbaine

1.3. Les bénéfices de l'arbre en ville

Plusieurs travaux scientifiques ont quantifié les services écosystémiques rendus par la végétation urbaine. Ces bénéfices se déclinent en trois catégories : l'amélioration de la qualité de l'air (interception des particules PM10 et absorption du dioxyde de carbone), la régulation thermique (réduction des îlots de chaleur urbains par évapotranspiration), et la gestion des eaux pluviales (interception du canopy). Sur le plan psychosocial, des études épidémiologiques ont démontré que la présence d'arbres réduit le stress visuel et améliore le bien-être des citadins (Ulrich, 1984 ; Tyrväinen et al., 2005).

1.4. La biomécanique de l'arbre en milieu contraint

Toutefois, le milieu urbain est hostile pour le développement arboré. Roloff (2013) souligne que l'espace vital des racines est souvent réduit par les infrastructures souterraines (égouts, fondations), entraînant une pauvreté du sol en nutriments et en oxygène. Cette contrainte édaphique modifie l'architecture de l'arbre : développement d'un système racinaire superficiel cherchant l'humidité en surface, et déséquilibre du rapport racines/houppier. En conséquence, la stabilité mécanique de l'arbre est fragilisée. Lors d'épisodes de vents violents ou de tempêtes de neige, le risque de cassure des branches maîtresses ou de chablis (arrachement de la souche) est décuplé (Couture et al., 2014), ce qui constitue un danger mortel pour tout ce qui se trouve dans sa zone de chute, notamment les câbles électriques.

1.5. Spécificités et vulnérabilités des réseaux électriques aériens urbains

Les réseaux électriques aériens constituent un élément fondamental des systèmes de transport et de distribution de l’énergie électrique. Ils sont définis comme l’ensemble des infrastructures permettant l’acheminement de l’électricité au moyen de conducteurs installés en hauteur, généralement supportés par des poteaux (pour les basses et moyennes tensions) ou des

pylônes métalliques (pour les hautes et très hautes tensions). Leur utilisation reste dominante dans de nombreux pays en raison de leur coût d'installation relativement inférieur à celui des réseaux souterrains et de leur facilité de maintenance (International Energy Agency (2021). *Electricity Networks Report).*



Photo 7. Interaction entre la végétation urbaine et les lignes électriques aériennes en Algérie

La végétation, bien qu'essentielle pour l'environnement et la qualité de vie, peut devenir une source de perturbation technique et de risque sécuritaire lorsqu'elle entre en contact ou se développe à proximité des conducteurs électriques. Ainsi, la gestion de cette interface est un élément central de la fiabilité des réseaux. Selon l'Agence internationale de l'énergie (AIE), la végétation est l'une des principales causes non techniques des interruptions de service dans les réseaux électriques aériens (International Energy Agency (2021). *Electricity Networks Report)*..

1.5.1. Architecture des réseaux (HTA et BT)

En Algérie, comme dans de nombreux pays, la distribution se fait majoritairement en réseaux aériens, structurés en deux niveaux de tension : la Haute Tension A (HTA, généralement 30 kV ou 10 kV selon les régions) et la Basse Tension (BT, 400V/230V). Ces réseaux sont constitués de supports (poteaux en bois, béton ou métalliques), d'isolateurs, et de conducteurs (nus, torsadés ou gainés) (IEEE Working Group, 2006).

1.5.2. La notion de "Distance de sécurité"

La sécurité du réseau repose sur le respect d'une distance minimale, appelée "distance de sécurité ", entre les conducteurs sous tension et tout obstacle (sol, bâtiments, végétation). En milieu urbain, cette distance est souvent réduite à l'extrême limite réglementaire pour cause de manque d'espace. Cette configuration ne laisse aucune marge de tolérance face à la croissance annuelle des branches ou aux mouvements des arbres induits par le vent.

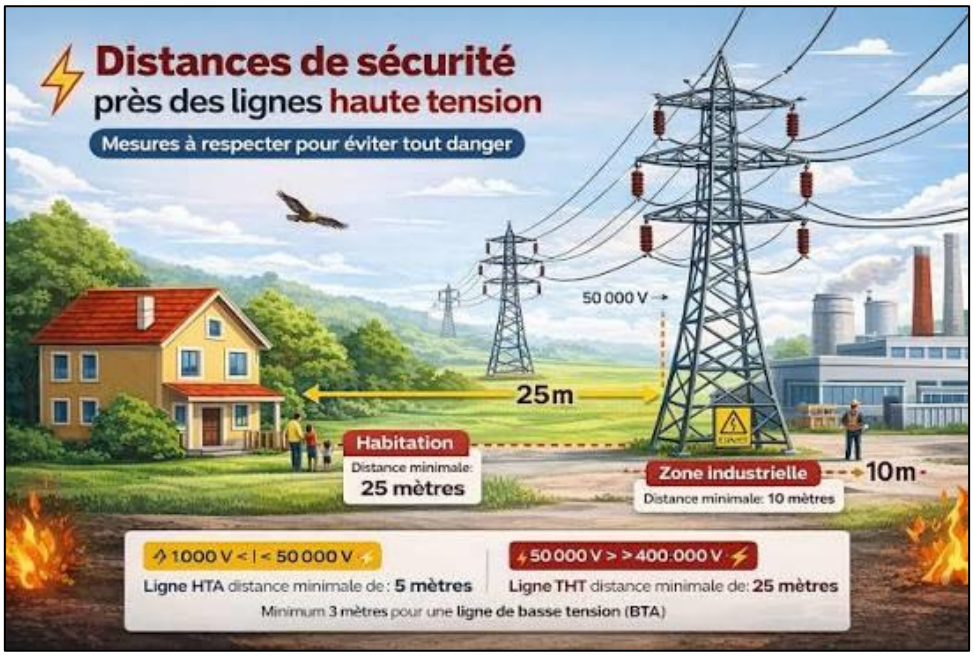


Fig.1. Distance à respecter par rapport à une ligne haute tension

1.6. Typologie des risques et mécanismes d'interférence

Les mécanismes d'interaction physique et électrique entre les arbres et le réseau électrique aérien se manifestent sous plusieurs formes :

Tableau 1. Typologie des risques et mécanismes d'interférence

Type d'interférence	Cause principale	Conséquence sur le réseau
Amorçage électrique	Proximité excessive / Humidité de l'air	Courts-circuits, micro-coupures, déclenchements
Rupture mécanique	Contraintes éoliennes (vents, tempêtes)	Rupture de câbles, destruction de poteaux
Départ de feu	Arc électrique prolongé sur bois sec	Incendies urbains, destruction d'ouvrages

1.6.1. Le risque d'arc électrique

Lorsque la distance de sécurité entre une branche et un conducteur sous tension devient inférieure au seuil de rigidité diélectrique de l'air, un amorçage peut se produire, souvent accentué par l'humidité ambiante (Al-Saidi et al., 2025). Ainsi, le frottement répété d'une branche sur un câble, exacerbé par le vent, provoque une usure mécanique progressive. Si le conducteur est gainé, la gaine peut se percer, exposant l'âme conductrice. Si le conducteur est nu, le frottement peut, à terme, provoquer des micro-fissures dans les torons d'aluminium ou d'acier, réduisant la résistance à la traction du câble (Gu et al., 2012). Le risque ultime est la rupture du câble sous l'effet de la

surcharge pondérale (neige, glace) ou sous le poids d'une branche lourde cassée et restant suspendue.

Ainsi, lorsqu'une branche humide s'approche d'un conducteur sous haute tension, le champ électrique s'intensifie, provoquant une ionisation de l'air : c'est l'arc électrique. Si cette branche touche deux phases simultanément, ou une phase et le neutre, un court-circuit franc se produit (EPRI, 2014).

1.6.2. Le risque de rupture mécanique

Lors d'événements météorologiques extrêmes (vents violents, tempêtes), la vulnérabilité des réseaux électriques aériens s'accroît en raison de la rupture des branches ou du déracinement d'arbres entiers, provoquant l'effondrement des supports (poteaux) et des coupures massives.

1.6.3. Le risque d'incendie

Le contact prolongé d'une branche avec une ligne haute ou moyenne tension génère un courant de fuite capable de carboniser le bois sec, déclenchant ainsi des feux de végétation susceptibles de se propager au tissu urbain.

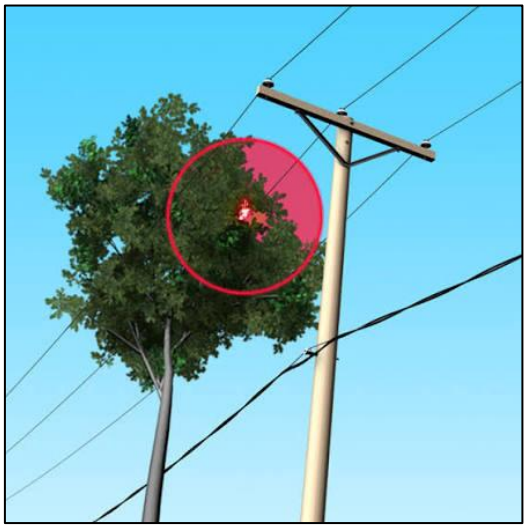


Photo.8. Incendie d'arbre le long des lignes électriques

Dans les régions à climat méditerranéen, ce risque est majeur. Un arc électrique génère une température pouvant dépasser les 3000°C. Si la branche est sèche, elle s'enflamme instantanément, pouvant déclencher un incendie de végétation. Bien que les réseaux aériens ne soient pas la première cause d'incendies, ils en sont parfois l'origine, engageant la responsabilité du gestionnaire du réseau (Vélez, 2009).

1.7. Services écosystémiques et bienfaits environnementaux de l'arbre en ville

1.7.1. Régulation du microclimat et atténuation des îlots de chaleur

L'environnement urbain est caractérisé par le phénomène d'Îlot de Chaleur Urbain (ICU), généré par l'artificialisation des sols et l'accumulation de chaleur par les matériaux anthropiques [Oke, 1982]. L'arbre urbain agit comme un climatiseur naturel majeur à travers deux mécanismes biophysiques.

Parmi les mécanismes biophysiques c'est l'ombrage direct. En interceptant le rayonnement solaire global, le houppier des arbres réduit considérablement l'exposition des surfaces minérales (asphalte, béton) et limite leur stockage thermique journalier [Armson et al., 2012].

Le douzième c'est l'évapotranspiration. Les arbres puisent l'eau du sol et la rejettent sous forme de vapeur d'eau par les stomates de leurs feuilles. Ce processus endothermique consomme de l'énergie solaire (chaleur latente), ce qui abaisse directement la température de l'air environnant [Gill et al., 2007].

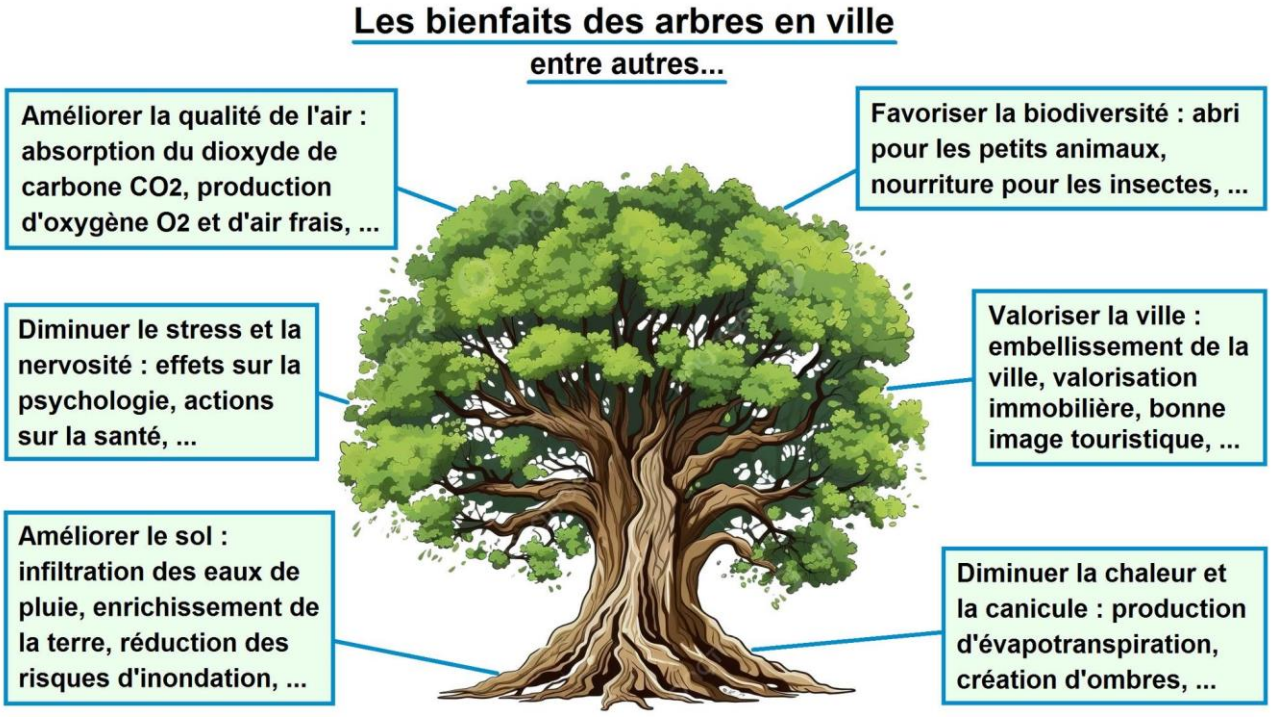


Fig.2. Les bienfait des arbres en ville

Des études microclimatiques démontrent qu'un couvert arboré dense peut réduire la température de l'air urbain de 1 °C à 4 °C en période estivale, améliorant ainsi significativement le confort thermique des citadins [Bowler et al., 2010].

1.7.2. Amélioration de la qualité de l'air et séquestration du carbone

Le patrimoine arboré urbain joue un rôle de filtre biologique face aux polluants atmosphériques gazeux et particulaires.

Interception des particules fines (PM10 et PM2.5) Les feuilles et l'écorce des arbres capturent les matières particulaires en suspension par dépôt sec. La rugosité et la structure tridimensionnelle du feuillage maximisent cette fonction de captation [Nowak et al., 2006].

Absorption des polluants gazeux. À travers leurs stomates, les arbres absorbent des gaz nocifs tels que le dioxyde d'azote (NO2), le dioxyde de soufre (SO2) et l'ozone (O3) lors du processus de photosynthèse [Escobedo et al., 2011].

Séquestration du carbone. En tant qu'organismes photosynthétiques, les arbres urbains stockent le dioxyde de carbone atmosphérique (CO2) sous forme de biomasse ligneuse (tronc, branches, racines) sur le long terme, contribuant ainsi à la compensation des émissions anthropiques locales [Nowak & Crane, 2002].

1.7.3. Rôle hydrologique : interception des pluies et réduction du ruissellement

En milieu urbain, l'imperméabilisation des sols perturbe gravement le cycle hydrologique naturel, augmentant les risques d'inondation et de saturation des réseaux d'égouts. L'arbre atténue ces risques grâce à trois actions complémentaires.

L'interception des précipitations. Le feuillage et les branches retiennent une partie des eaux de pluie, qui s'évaporent ensuite directement dans l'atmosphère sans jamais atteindre le sol. Cette interception réduit le volume total d'eau atteignant les surfaces imperméables [Xiao et al., 2000].

Le retardement du pic de ruissellement. L'eau qui s'écoule le long du tronc (stemflow) ou qui percole à travers la canopée (throughfall) atteint le sol de manière différée, lissant ainsi le pic de crue urbain [Berland et al., 2017].

L'infiltration et la macroporosité du sol. Le système racinaire des arbres fracture le sol et favorise le développement d'une structure macro-poreuse. Cela augmente la conductivité hydraulique saturée du sol, permettant une meilleure infiltration de l'eau vers les nappes phréatiques [Day et al., 2010].

1.8. Les contraintes de développement du patrimoine arboré urbain

1.8.1. Stress édaphiques, compactage des sols et pollution anthropique

La ville constitue un milieu hostile qui limite drastiquement l'espérance de vie et la croissance des arbres en raison de dégradations environnementales sévères.

Le compactage du sol. Le passage des piétons, le trafic routier et les travaux de génie civil réduisent l'espace poreux du sol. Ce compactage limite la disponibilité en oxygène (anoxie racinaire), restreint la pénétration des racines et réduit la capacité de rétention en eau [Morgenroth et al., 2013].

Le déficit de nutriments et de matière organique. Contrairement aux milieux forestiers, les cycles biogéochimiques sont rompus en ville (ramassage systématique des feuilles mortes). Les sols urbains sont souvent anthropiques (remblais), alcalins, et carencés en éléments nutritifs essentiels (Azote, Phosphore) [Scharenbroch et al., 2005].

La pollution chimique. Les racines subissent le stress lié aux sels de déneigement (chlorure de sodium), qui provoquent des chocs osmotiques et des brûlures foliaires, ainsi qu'à la présence de métaux lourds et d'hydrocarbures accumulés dans la technosol urbain [Czerniawska-Kusza et al., 2004].

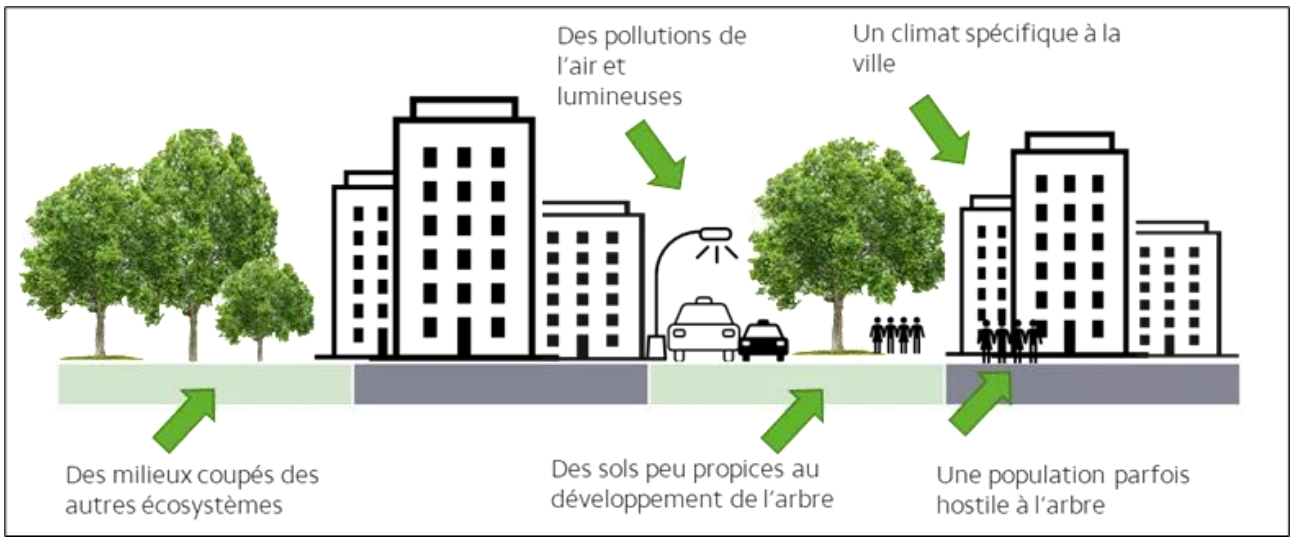


Fig.3. L'arbre en ville face à Les contraintes de développement

1.8.2. Le conflit spatial tridimensionnel avec les infrastructures grises

L'arbre en ville évolue dans un espace hautement contraint où le milieu souterrain et le milieu aérien sont colonisés par les réseaux techniques (l'infrastructure grise)

Conflits souterrains (Rhizosphère vs Réseaux durables) Les racines des arbres entrent en compétition directe avec les réseaux enterrés (conduites d'eau potable, de gaz, d'assainissement, câbles électriques et de télécommunication). La recherche d'eau et d'oxygène par les racines peut provoquer l'intrusion racinaire dans les canalisations défectueuses ou soulever les trottoirs et chaussées, générant des coûts de maintenance élevés [Randrup et al., 2001].

Conflits aériens (Houppier vs Cadre bâti) Le développement de la couronne des arbres est limité par la proximité des façades de bâtiments, des lignes électriques aériennes, de l'éclairage public et des caméras de surveillance. Cette promiscuité impose des élagages architecturés répétés qui affaiblissent l'arbre, créent des portes d'entrée pour les pathogènes (champignons lignivores) et limitent l'expression de son plein potentiel écologique [Jim, 2003].

1.9. Stratégies de gestion et d'atténuation du risque

Pour gérer ce conflit d'usage, les distributeurs d'électricité ont développé des protocoles d'intervention qui font souvent l'objet de critiques de la part des spécialistes de l'arboriculture.

1.9.1. L'élagage de sécurité

L'élagage est l'outil principal de gestion du risque. Il consiste à couper certaines branches des arbres afin de contrôler leur croissance et d'éviter les interférences avec les infrastructures. Il existe plusieurs techniques : l'élagage de formation (jeune arbre), d'embellissement, et l'élagage de sécurité (sous les lignes). Cependant, les compagnies d'électricité pratiquent souvent une taille sévère, visant à créer un "couloir de sécurité" (en forme de V ou de Y inversé) pour garantir l'absence de contact pendant un cycle de croissance de 3 à 5 ans.



Photo 9. Opération d'élagage à proximité des lignes électriques aériennes

Deshmukh et al. (2013) soulignent que cette taille drastique, qualifiée d'élagage de mutilation" par les arboriculteurs, provoque des blessures irréversibles sur le cambium. Ces plaies facilitent l'infection par des pathogènes (champignons de la pourriture du bois). De plus, la réaction physiologique de l'arbre à cette perte de surface foliaire est une émission de gourmands (rejets vigoureux) mal attachés au tronc, qui seront encore plus fragiles lors des prochaines tempêtes.

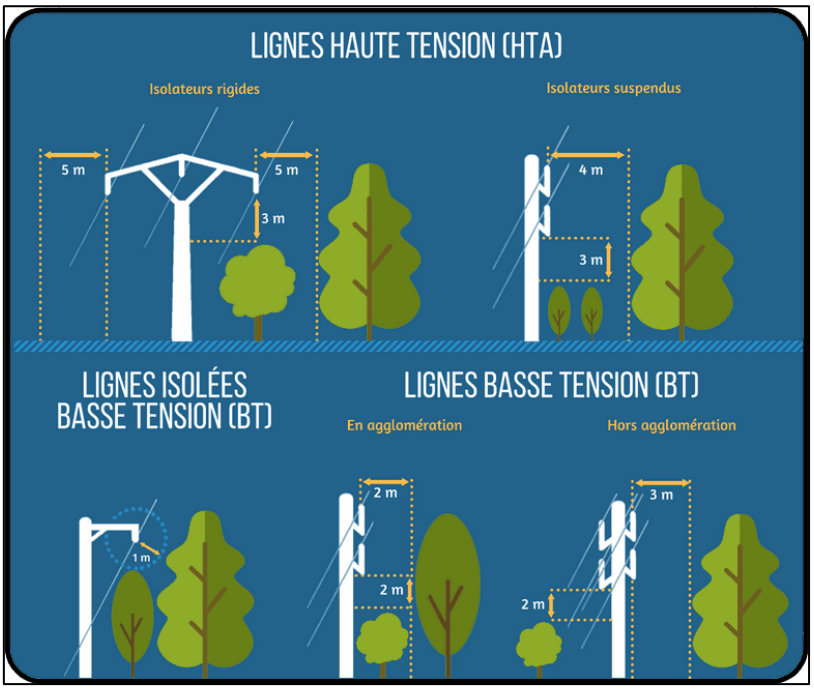


Fig.4. Les distances à respecter entre un arbre et une ligne électrique

Les distances minimales de sécurité à respecter entre un arbre et une ligne électrique varient en fonction du niveau de tension de la ligne. Pour les lignes de basse tension (BT), une distance minimale comprise entre 1 et 2 mètres est généralement recommandée. Cette distance est portée à 3 mètres pour les lignes de moyenne tension (HTA). En ce qui concerne les lignes de haute tension (HTB), une distance supérieure à 5 mètres doit être maintenue afin de garantir la sécurité des personnes, des infrastructures et d'assurer le bon fonctionnement du réseau électrique.

1.9.2. Le choix des essences et la planification urbaine

Tous les experts recommandent d'intégrer la contrainte "réseau aérien" dès la phase de planification urbaine. Il est impératif de bannir les essences à port étalé (ex: Platane) ou à bois cassant (ex: Peuplier) sous les lignes, et de privilégier des essences à port columnaire (ex: Cyprès) ou à croissance lente.

1.9.3. L'enfouissement des réseaux

L'enfouissement des réseaux est la solution radicale pour éliminer le risque végétation. Toutefois, son déploiement à grande échelle se heurte à des obstacles économiques (coût exorbitant en milieu urbain dense) et techniques (problèmes de dissipation thermique des câbles HTA, difficultés d'intervention en cas de panne).



Photo.10. Travaux d'enfouissement des réseaux électriques aériens

1.10. Exemples internationaux de la planification urbain

La planification urbaine est un outil fondamental de la gestion durable. Elle consiste à organiser l'espace urbain de manière anticipée afin d'éviter les conflits entre la végétation et les infrastructures techniques. En France, la gestion de la végétation autour des lignes électriques est assurée par RTE (Réseau de Transport d'Électricité)**.**

Des programmes d'élagage préventif sont réalisés régulièrement pour éviter les pannes dues aux arbres.



Photo 11. Travaux d'élagage préventif réalisés à proximité des lignes électriques en France

Aux États-Unis, les compagnies électriques utilisent des technologies avancées (drones, satellites, intelligence artificielle) pour surveiller la végétation. Selon l'Agence de protection de l'environnement des États-Unis (EPA), la gestion de la végétation est essentielle pour réduire les risques d'incendies et de coupures électriques.



Photo 12. Utilisation de drones pour la surveillance de la végétation près des réseaux électriques aux États-Unis

Chapitre 02 :

Approche méthodologique

1. Présentation de la zone d'étude

1.1. Localisation géographique

La zone choisie pour cette étude est le pôle urbain central de la ville de Mila, couvrant une superficie de 78,04 ha. Géographiquement, il est situé entre 36°26'50" et 36°27'20" de latitude Nord et entre 6°15'20" et 6°16'20" de longitude Est.

Du point de vue administratif, la zone d'étude s'insère dans un tissu urbain dense, caractérisé par la présence de plusieurs quartiers limitrophes :

- Au Nord : Les cités 20 Août, Boutout Saleh, El-kouf, Ben-Saleh Mbarek, Sidi Bouyahia, ainsi que les cités des frères Boukella et Ben Kara.
- Au Sud : Un ensemble résidentiel incluant les cités frères Belaater, Draji Sebti, Laouamer, Thniya, les 470 résidences, les frères Ben Zerafa et la cité DNC (300 résidences).
- À l'Ouest : Les cités Boulmerka, Ben Mahdjoub, Brik Mouhamed Taher, Ben Maamer, les résidences évolutives, les frères Chertioua, Bled Boutamine et la zone d'activité.
- À l'Est : Outre la continuité des cités Boutout Saleh et El-Kouf, le secteur jouxte le lotissement Nord, la vieille ville, les cités frères Degha, Sidi Ali El Oued et Senaoua.

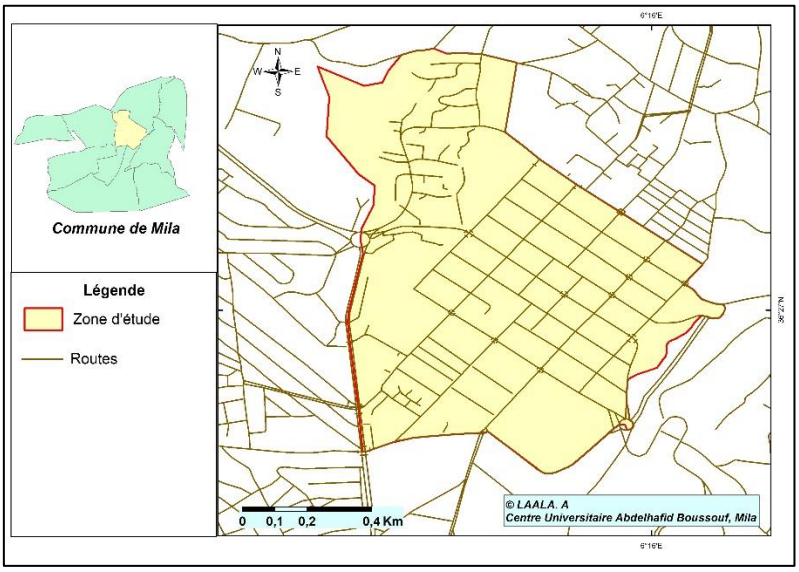


Fig.5. Localisation géographique de la zone d'étude

1.2. Caractérisation climatique de la zone d'étude

La wilaya de Mila est soumise à un climat méditerranéen, caractérisé par une alternance entre une saison hivernale douce et humide et une saison estivale chaude et sèche. Sur le plan bioclimatique, la zone d'étude appartient à l'étage subhumide, qui se distingue par des

précipitations relativement abondantes et des températures variant de modérées à élevées (Soukhal, 2011).

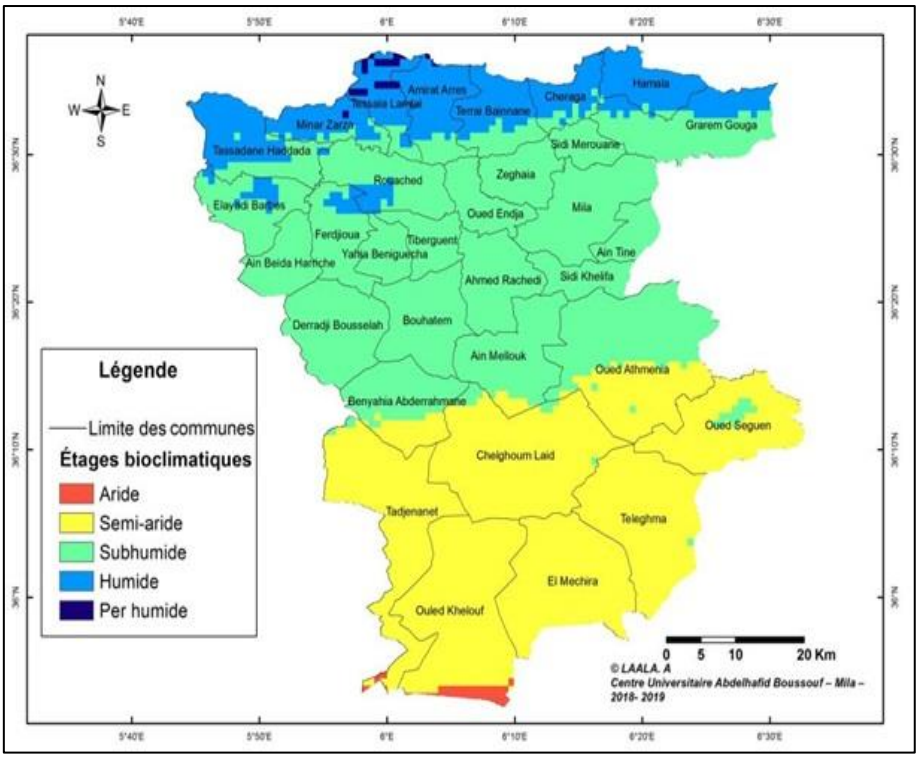


Figure 6. Etages bioclimatiques de la wilaya de Mila (Laala et Alatou, 2017)

1.2.1. Classification Climatique Générale

Le centre-ville de Mila se situe à une altitude moyenne comprise entre 450 et 470 mètres au-dessus du niveau de la mer (Agence Nationale des Ressources Hydrauliques - ANRH, Algérie). Le tissu urbain est globalement classé sous un climat méditerranéen de type transitionnel, oscillant précisément entre le semi-aride supérieur et le sub-humide inférieur (Office National de la Météorologie - ONM, Algérie). Selon la classification internationale de Köppen-Geiger, cette zone géographique est ainsi répertoriée sous le code Csa, ce qui correspond rigoureusement à un climat tempéré chaud avec été sec et chaud (Classification bioclimatique globale de Köppen-Geiger / Cartographie du Nord-Est algérien).

Tableau 2 : Synthèse des paramètres de classification (Zone Mila Centre)

Paramètre Analysé	**Donnée Constatée**	**Caractéristique Bioclimatique**
Altitude Moyenne	460 m	Atténuation des influences maritimes

Paramètre Analysé	Donnée Constatée	Caractéristique Bioclimatique
Étage Bioclimatique	Transitionnel	Semi-aride supérieur à Sub-humide inférieur
Code Köppen-Geiger	**Csa**	Climat tempéré chaud avec été sec et chaud

1.2.2. Régime Thermique (Températures)

La position géographique de Mila, située à l'intérieur des terres et protégée des flux maritimes directs par la chaîne des Babors, lui confère des traits de continentalité marqués (Rapports géographiques régionaux du GIEC - Bassin Méditerranéen). La saison estivale s'étend de la mi-juin à la mi-septembre, et le mois d'août est statistiquement le plus chaud de l'année (Réanalyses climatiques ERA5 - Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme). Durant ce mois, les températures maximales moyennes diurnes atteignent 34°C, avec des pics dépassant fréquemment 38°C lors des épisodes de Sirocco (Base de données historiques Weather Spark / Interpolation Constantine-Aéroport). À l'inverse, la saison froide dure de fin novembre à fin mars, le mois de janvier étant le plus rigoureux de l'année (Office National de la Météorologie - ONM, Algérie). En janvier, la température minimale moyenne descend à 4°C, tandis que la maximale moyenne de l'après-midi stagne autour de 13°C, favorisant ainsi des gelées matinales fréquentes dans la cuvette urbaine (Modélisation thermo-pluviométrique historique Weather Spark).

Tableau 3 : Indicateurs des températures extrêmes et moyennes (Mois pivots)

Mois Météorologique	Température Minimale Moyenne	Température Maximale Moyenne	Phénomène Critique
Janvier (Hiver)	**4°C**	13°C	Gelées matinales fréquentes
Août (Été)	19°C	**34°C**	Pics de canicule / Sirocco (>38°C)

1.2.3. Régime des Précipitations (Pluviométrie)

Le cumul annuel moyen des précipitations à Mila oscille généralement entre 500 mm et 600 mm par an (Agence Nationale des Ressources Hydrauliques - ANRH, Algérie). Les pluies enregistrées dans la région sont principalement dictées par les perturbations de secteur Nord / Nord-

Ouest en provenance de la Méditerranée occidentale (Office National de la Météorologie - ONM, Algérie). Dans ce contexte, le mois de janvier représente le maximum pluviométrique annuel avec une moyenne de 71 mm de précipitations répartis sur environ 8 jours de pluie significative (Simulations climatiques régionales trentenaires Meteoblue / Modèles NEMS-NOAA). Par ailleurs, la période de sécheresse estivale dure environ trois mois, le mois de juillet s'imposant comme le plus sec de l'année avec un cumul moyen d'à peine 6 mm (Base de données hydro-météorologiques Meteoblue / Afrique du Nord).

Tableau 4 : Dynamique de la balance pluviométrique annuelle

Période de l'Année	**Volume des Précipitations**	**Impact sur l'Écosystème Urbain**
Janvier (Pic Humide)	**71 mm** (8 jours de pluie)	Recharge des nappes phréatiques
Juillet (Pic Sec)	**6 mm**	Stress hydrique / Sécheresse stricte
Bilan Annuel Global	**500 mm à 600 mm**	Sécurité hydrique relative

1.2.4. Nébulosité, Humidité et Vents

Le ciel de Mila est caractérisé par une longue période couverte qui s'étend de septembre à juin, le mois de décembre étant le plus nuageux avec un taux de couverture s'élevant à 48 % du temps (Données de suivi stationnaires Time and Date - Météo régionale). À l'inverse, l'été se montre extrêmement ensoleillé, et le mois de juillet bénéficie d'un ciel entièrement dégagé 91 % du temps (Données de suivi stationnaires Time and Date - Météo régionale). Concernant le confort atmosphérique, l'humidité lourde ou étouffante (moite) est quasi inexistante dans le centre-ville et ne concerne que moins de 4 % des jours de l'année en raison de l'éloignement relatif de la côte (Modèles météorologiques locaux Weather Spark). Enfin, le régime des vents locaux est dominé par les flux frais et humides de Nord-Ouest durant l'hiver, tandis que des courants chauds et secs de secteur Sud à Sud-Ouest prédominent en été (Rapports du GIEC - Région Méditerranée / Suivi de l'ONM).

Tableau 5 : Indicateurs atmosphériques, nébulosité et dynamique des vents

Saison Analysée	**Taux de Ciel Dégagé**	**Humidité Relative**	**Direction Dominante des Vents**
Saison Froide (Hiver)	~52 % du temps	Élevée (~75%)	Flux de Nord-Ouest (Frais/Humides)
Saison Sèche (Été)	**~91 % du temps**	Faible (~40%)	Courants de Sud à Sud-Ouest (Secs)

2. Matériels et Méthodes

La présente étude vise à évaluer le risque d'interférence entre la végétation arborée urbaine et les réseaux électriques aériens dans la ville de Mila. L'approche adoptée repose sur des inventaires de terrain intégrant des paramètres morphologiques, sanitaires et de proximité aux lignes électriques permettant d'identifier les arbres et les secteurs présentant un risque potentiel d'interaction avec les infrastructures électriques, afin d'orienter les actions d'interventions et de gestion préventive.

2.1. Matériels

Le travail de terrain a nécessité :

- Des cartes thématiques et satellitaires qui nous ont permis de déterminer le réseau routier de la ville ;

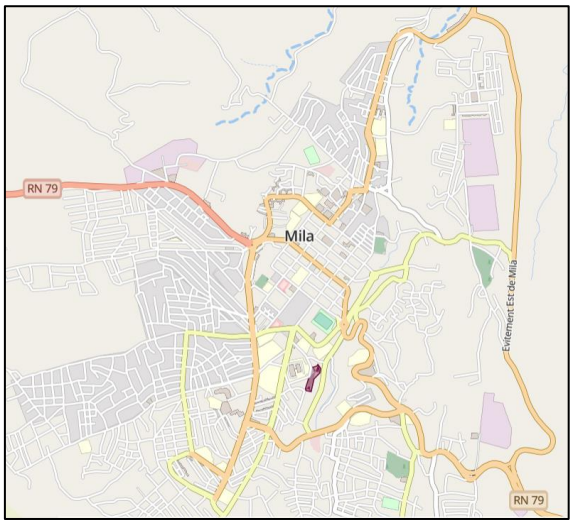


Photo 13. Vue d'ensemble de la zone d'étude (prise de photo satellitaire de OpenStreetMap)

- Un smartphone de type iPhone 11 (capteur 12 mégapixels), utilisé pour la documentation photographique des situations d'interférence entre la végétation urbaine et les réseaux électriques. Cet appareil, équipé d'un module GPS intégré, a permis la géolocalisation précise des arbres inventoriés via l'application « Mes Coordonnées GPS». Il a également été utilisé avec une application de télémétrie afin d'estimer la distance entre les cimes d'arbres et les réseaux électriques.

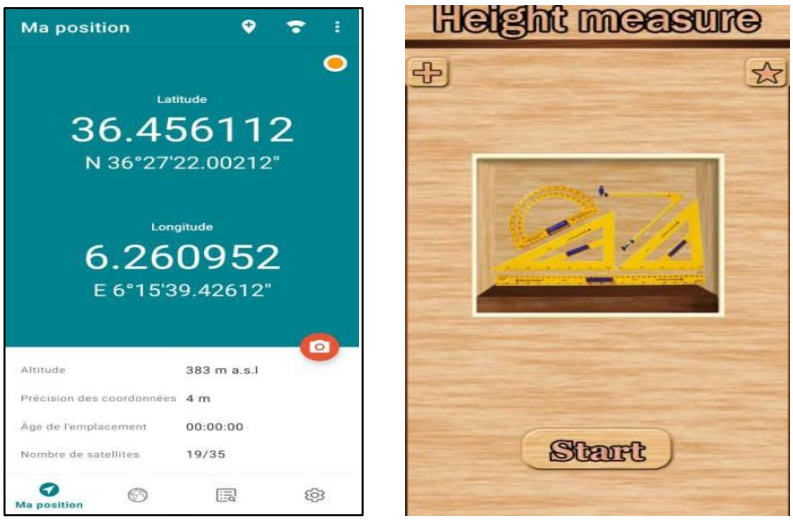


Photo 14. Interfaces de l'application « Mes coordonnées GPS » et l'application (Height Measure)

- Un ouvrage taxonomique de référence intitulé « Quel est donc cet arbre ? » (Aichele et Schwegler, 2016), ayant servi à l'identification des espèces d'arbres rencontrées lors de l'inventaire de terrain.

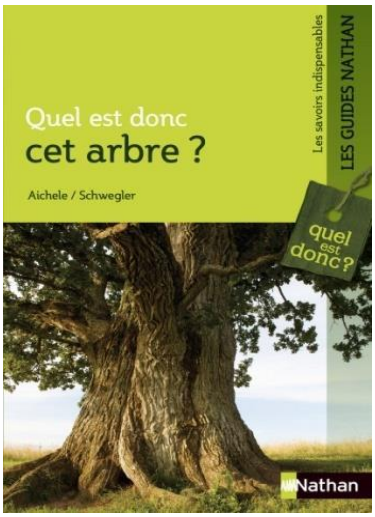
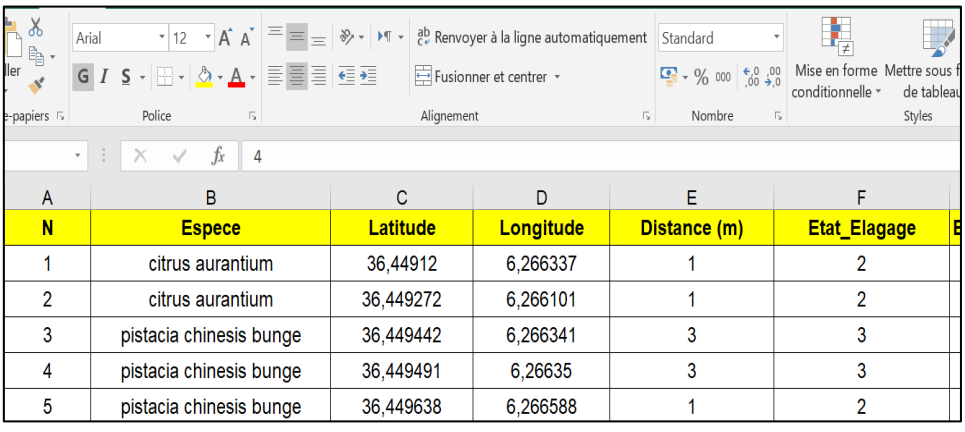


Photo.15. Guide d'identification des arbres

- Une fiche d'inventaire utilisée pour l'enregistrement systématique des caractéristiques des arbres situés à proximité des réseaux électriques aériens, incluant l'espèce, la localisation géographique, la hauteur estimée, la distance aux conducteurs électriques, l'état d'élagage, la classe d'âge, ainsi que les observations relatives aux risques potentiels d'interaction avec les infrastructures électriques.

Tableau 6. Fiche de relevée arboricole



A	B	C	D	E	F
N	**Espece**	**Latitude**	**Longitude**	**Distance (m)**	**Etat_Elagage**
1	citrus aurantium	36,44912	6,266337	1	2
2	citrus aurantium	36,449272	6,266101	1	2
3	pistacia chinesis bunge	36,449442	6,266341	3	3
4	pistacia chinesis bunge	36,449491	6,26635	3	3
5	pistacia chinesis bunge	36,449638	6,266588	1	2

2.2. Méthodologie

L'approche adoptée dans notre étude est de type aléatoire qui permet d'identifier les zones de conflit potentiel, d'évaluer le niveau de risque et de proposer des mesures de gestion préventive adaptées.

2.2.1. Localisation des arbres urbains à risque d'interaction avec les infrastructures électriques aériennes

Durant la période allant de la mi-février à la mi-avril 2026, plusieurs campagnes de terrain ont été réalisées dans le centre-ville de Mila afin de localiser et d'identifier les arbres urbains susceptibles d'interagir avec les réseaux électriques aériens. Une attention particulière a été accordée aux individus situés à proximité immédiate des lignes électriques, ou présentant un contact direct avec celles-ci, ces configurations étant considérées comme potentiellement à risque en raison des dangers qu'elles peuvent engendrer en matière de sécurité et de continuité du service électrique.

Chaque arbre présentant une proximité avec une ligne électrique aérienne a été géolocalisé à l'aide d'un GPS. Pour chaque interaction potentielle arbre–ligne électrique, les variables suivantes ont été relevées :

- Espèce d'arbre ;
- Coordonnées géographiques de l'arbre ;
- Distance entre la cime de l'arbre et le conducteur électrique (verticale ou latérale) ;
- État d'élagage (bien entretenu, partiellement élagué, non élagué) ;
- Classe d'âge estimée (jeune, adulte, vieux) ;
- Présence de contact direct ou risque de contact avec les câbles ;
- Observations complémentaires (déformation des branches, contraintes mécaniques visibles).



Photo 16. Évaluation de la proximité arbre–réseau électrique en milieu urbain

2.2.2. Classification du niveau de risque d'interférence

L'évaluation du risque repose sur une grille multicritère intégrant la distance, l'état de l'arbre et la configuration des interactions avec le réseau électrique.

Tableau 7. Grille de classification des niveaux de risque d'interférence entre la végétation urbaine et les réseaux électriques aériens

Niveau de risque	Critères d'évaluation
Faible	Arbre situé à plus de 3 m des fils, bien élagué, aucune menace directe
Modéré	Distance comprise entre 1 et 3 m, croissance orientée vers les câbles
Élevé	Contact potentiel ou proximité immédiate, élagage insuffisant
Très élevé	Contact direct avec les câbles ou déformation visible du réseau

2.2.3. Indice d'interférence arbre–réseau (IIAR)

Afin de quantifier le degré d'interférence entre la végétation urbaine et les réseaux électriques aériens, un Indice d'Interférence Arbre–Réseau (IIAR) a été élaboré. Cet indice simple et opérationnel repose sur trois paramètres structurants, évalués sur le terrain et normalisés selon une échelle de notation de 0 à 2.

Les paramètres considérés sont les suivants :

- Distance entre la cime de l'arbre et les conducteurs électriques : elle constitue le facteur principal de proximité. Une distance supérieure à 3 m est considérée comme sans risque (score 0), entre 1 et 3 m comme un risque intermédiaire (score 1), et inférieure à 1 m comme un risque élevé (score 2).
- État d'élagage de l'arbre : il permet d'évaluer le niveau d'entretien. Un arbre correctement élagué reçoit un score de 0, un élagage partiel un score de 1, et l'absence d'élagage un score de 2.
- Orientation des branches par rapport aux lignes électriques : ce paramètre traduit la dynamique de croissance. Des branches éloignées des câbles sont notées 0, des branches latérales 1, et des branches dirigées vers les fils électriques 2.

L'indice IIAR est obtenu par la somme des trois scores :

$$IIAR=D+E+O$$

Où D représente la distance, E l'état d'élagage et O l'orientation des branches. Le score maximal est de 6, correspondant à un niveau de risque très élevé.

La classification du risque est définie comme suit :

- 0–2 : risque faible
- 3–4 : risque modéré
- 5–6 : risque élevé

2.2.4. Indice de gestion prioritaire (IGP)

Afin de hiérarchiser les interventions de gestion et d'entretien des arbres, un Indice de Gestion Prioritaire (IGP) a été développé. Cet indice intègre à la fois le niveau de risque d'interférence et des facteurs biologiques et contextuels influençant la vulnérabilité de l'arbre.

L'IGP est calculé sur un total de 10 points et repose sur quatre critères :

- Risque d'interférence (IIAR /6 points) : issu de l'indice précédent, il constitue le facteur principal d'évaluation.
- Espèce problématique (0 ou 1 point) : ce critère prend en compte les espèces à croissance rapide ou à forte extension (ex. peuplier, platane, acacia), susceptibles de générer des conflits avec les réseaux électriques.



Photo 17. Illustration d'une espèce arborée (platane) à croissance rapide potentiellement problématique pour les réseaux électriques aériens

- Âge avancé ou état sanitaire faible (0 ou 1 point) : les arbres vieillissants ou présentant des signes de faiblesse structurelle sont considérés comme plus dangereux.



Photo 18. Arbre vieillissant présentant un risque potentiel d'interaction avec le réseau électrique

- Localisation critique (0 à 2 points) : les arbres situés à proximité des zones sensibles telles que les écoles, hôpitaux ou axes routiers principaux reçoivent une pondération plus élevée.

La note finale de l'IGP correspond à la somme des scores attribués aux différents critères (IIAR, espèce problématique, état sanitaire et localisation). Elle permet de classer les individus selon leur degré d'urgence d'intervention sur une échelle allant de 0 à 10.

Tableau 8. Classification des niveaux de priorité d'intervention selon l'indice de gestion prioritaire (IGP)

Score IGP	Niveau de priorité	Action recommandée
0 – 3	Faible	Suivi de routine et contrôle périodique
4 – 6	Modéré	Surveillance renforcée et élagage préventif
7 – 8	Élevé	Intervention rapide (élagage ciblé et contrôle sanitaire)
9 – 10	Très élevé	Intervention urgente (élagage immédiat ou remplacement)

Chapitre 03 :

Résultats et discussion

1. Résultats et discussion

L'inventaire arboré effectué dans le centre-ville de Mila a mis en évidence 220 arbres en interaction spatiale (proximité ou contact direct) avec les réseaux électriques aériens. Ces individus se répartissent en 11 espèces botaniques.

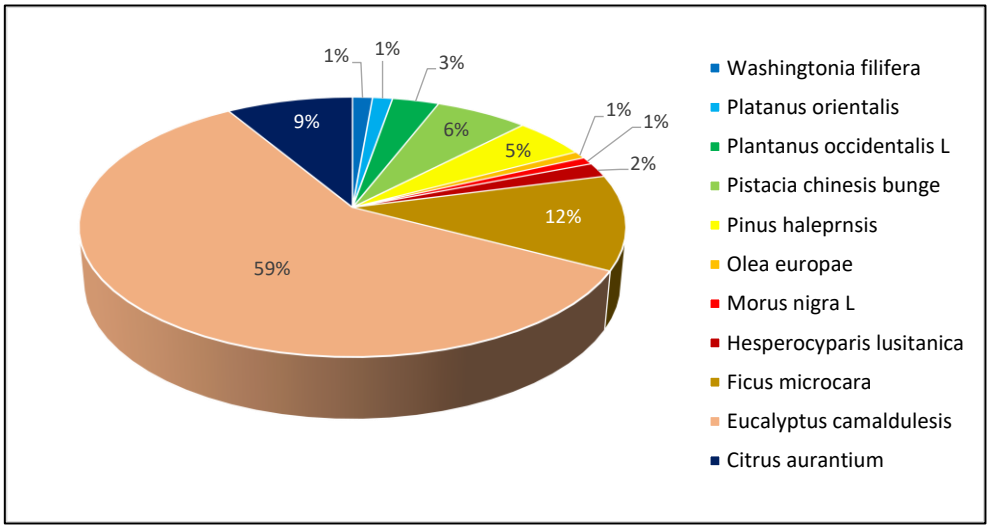


Fig.7. Répartition en pourcentage des espèces d'arbres en interaction spatiale avec les réseaux électriques aériens

Les résultats montrent que l'espèce la plus dominante est *Eucalyptus camaldulensis*, avec 129 individus, représentant 59 % de l'ensemble des espèces recensées. Elle est suivie par *Ficus microcarpa*, comptant 26 individus (soit 12%). En revanche, les espèces *Citrus aurantium, Pistacia chinensis Bunge, Pinus halepensis, Platanus occidentalis L., Cupressus lusitanica, Washingtonia filifera, Platanus orientalis, Olea europaea et Morus nigra L.* sont faiblement représentées, avec des proportions variantes entre 1 % et 9 %.

1.1. Indice d'interférence arbre–réseau IIAR

Le diagramme circulaire ci-dessous met en évidence une prédominance très marquée des niveaux de risque élevés d'interférence entre la végétation arborée urbaine et les réseaux électriques aériens de la ville de Mila. En effet, la classe « Risque très élevé » domine largement avec 70 % des arbres recensés (154 pieds d'arbres), ce qui traduit une situation critique où la majorité des individus présentent un contact direct ou une proximité immédiate avec les lignes électriques, augmentant fortement le risque d'incidents. La catégorie « Risque élevé » représente 24 % (53 pieds d'arbre), indiquant une proportion non négligeable d'arbres susceptibles d'évoluer rapidement vers un niveau de risque très élevé si aucune intervention de gestion n'est effectuée. La classe « Risque

moyen » est marginale avec seulement 6 % (13 pieds d'arbres), ce qui montre que peu d'arbres se situent dans une zone intermédiaire de sécurité relative. Enfin, la classe « Risque faible » est absente, ce qui souligne l'absence de situations réellement sécurisées vis-à-vis des réseaux électriques dans le centre-ville de Mila.

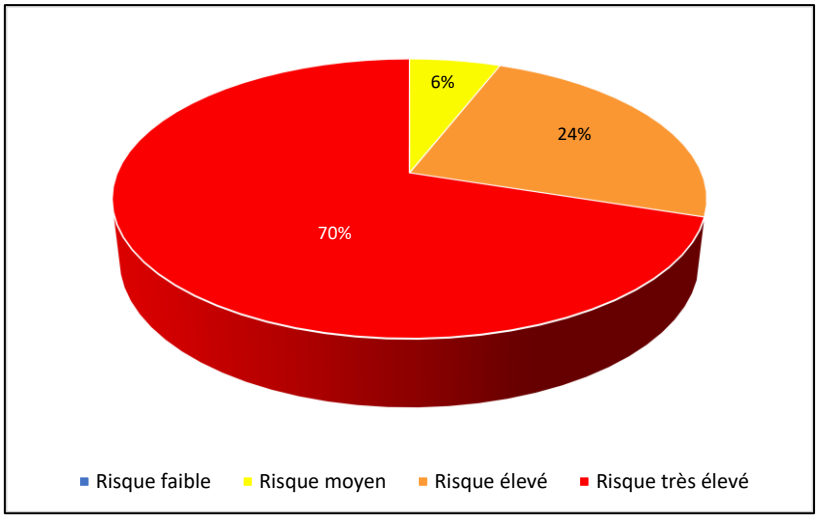


Fig.8. Distribution des arbres selon les classes de risque d'interférence avec les réseaux électriques aériens

En termes d'espèce, la figure 08 présente la répartition des espèces d'arbres selon les différents niveaux de risque d'interférence avec les réseaux électriques aériens. On remarque que le risque très élevé est largement dominé par *Eucalyptus camaldulensis*, qui constitue la majeure partie des arbres dans cette catégorie. Cette dominance traduit une forte implication de cette espèce dans les situations de contact direct ou de proximité critique avec les lignes électriques, en raison notamment de sa croissance rapide et de son développement vertical important. Les autres espèces y sont présentes de manière marginale.

Pour le risque élevé, *Eucalyptus camaldulensis* reste également l'espèce principale, mais on note une contribution plus diversifiée avec la présence de *Ficus microcarpa, Hesperocyparis lusitanica* et d'autres espèces ornementales, ce qui indique une variabilité des situations d'interférence selon la morphologie et la localisation des arbres.

La classe de risque moyen est dominée par *Eucalyptus camaldulensis* et *Citrus aurantium*, ce qui suggère des situations de proximité moins critiques mais nécessitant une surveillance, notamment en raison de la croissance future des individus concernés.

Enfin, la classe de risque faible est quasi inexistante, représentée par un nombre très limité d'individus (principalement isolés), ce qui confirme que la majorité des arbres du centre-ville de Mila sont déjà engagés dans une dynamique d'interférence avec le réseau électrique.

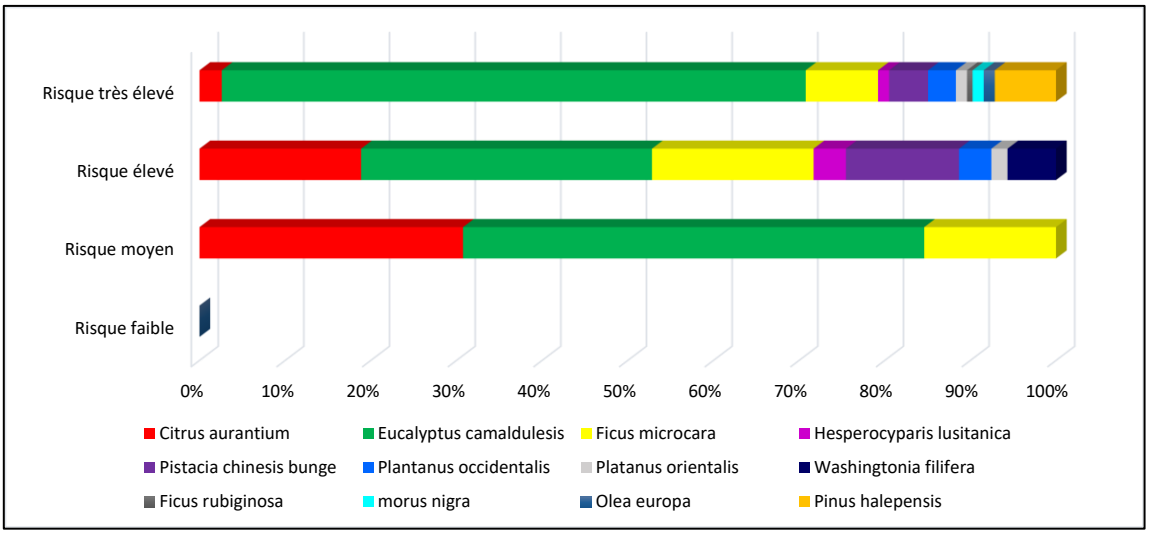


Fig.9. Pourcentages des espèces d'arbres selon les différents niveaux de risque d'interférence avec les réseaux électriques aériens

1.2. Espèces problématiques

Le nombre total des arbres appartenant aux espèces considérées comme problématiques s'élève à 150 individus, répartis entre quatre espèces : *Platanus orientalis, Platanus occidentalis, Eucalyptus camaldulensis* et *Pinus halepensis*. Ces espèces ont été retenues en raison de leurs caractéristiques biologiques et architecturales (croissance rapide, développement important du houppier, hauteur élevée ou fragilité des branches), qui les rendent plus susceptibles de générer des conflits avec les infrastructures urbaines, notamment les réseaux électriques.

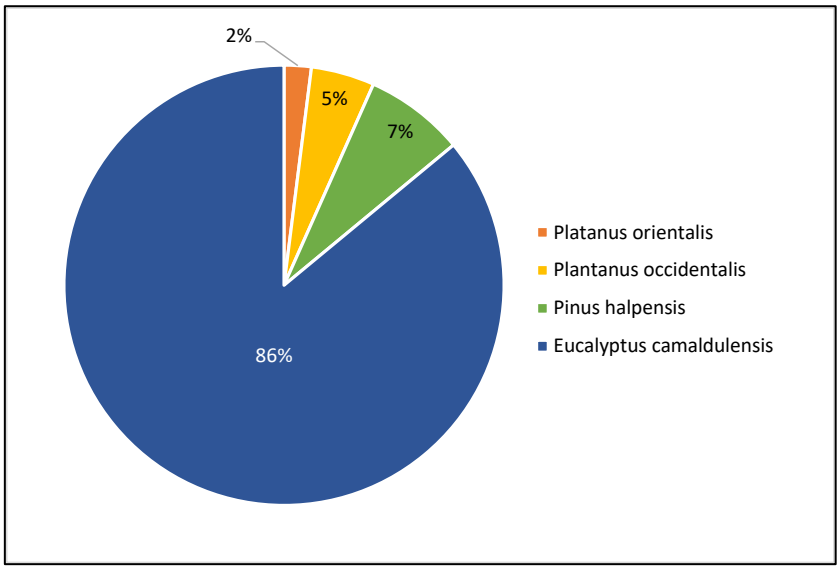


Fig.10. Pourcentages d'espèces problématique

L'examen de la figure 10 met en évidence une forte prédominance *d'Eucalyptus camaldulensis*, avec 129 pieds d'arbres, soit 86 % de l'ensemble des arbres considérés comme problématiques. Cette espèce à croissance rapide, à grande hauteur et à branches fragiles est la principale source potentielle d'interférence avec les réseaux électriques urbains de la ville de Mila (contacts avec les lignes, chutes de branches, besoin fréquent d'élagage).

En deuxième position se situe *Pinus halepensis*, qui représente 7 % de l'ensemble des arbres problématiques recensés. Bien que sa contribution soit nettement inférieure à celle *d'Eucalyptus camaldulensis*, son port élevé et son développement vertical peuvent engendrer des risques localisés d'interférence avec les réseaux aériens, notamment en l'absence d'un entretien régulier.

Les deux autres espèces, *Platanus occidentalis L* (5 %) et *Platanus orientalis* (2 %), sont quantitativement moins représentées. Toutefois, leur présence en milieu urbain mérite une attention particulière en raison de leur grand développement aérien, de l'extension importante de leur houppier et de leur proximité fréquente avec les infrastructures aériennes. Ainsi, malgré leur faible abondance relative, ces espèces peuvent constituer des sources ponctuelles de conflit avec les réseaux électriques et nécessitent une gestion adaptée.

1.3. Âge avancé et état sanitaire

Au total, 196 arbres âgés ou présentant des états de faiblesse ont été recensés, appartenant à 11 espèces différentes. L'analyse de la figure 11 montre que les situations de vieillissement ou de dégradation sanitaire sont fortement concentrées sur un nombre limité d'espèces, en particulier *Eucalyptus camaldulensis* qui représente 63 % des arbres âgés ou présentant des signes de faiblesse.

Cette forte proportion indique que cette espèce constitue le principal élément de vulnérabilité du patrimoine arboré étudié. Ces résultats soulignent également la nécessité d'accorder une attention prioritaire à cette espèce dans les opérations de surveillance, d'élagage ou de renouvellement, afin de réduire les risques potentiels liés à la chute de branches ou à la défaillance des arbres.

En deuxième position se trouve *Ficus microcarpa* avec 11 %, suivi de *Pinus halepensis* et *Citrus aurantium* (6 % chacun), puis de *Pistacia chinensis* (5 %) et *Platanus orientalis* (4 %). Les autres espèces sont faiblement représentées, avec des proportions comprises entre 0 et 2 %.

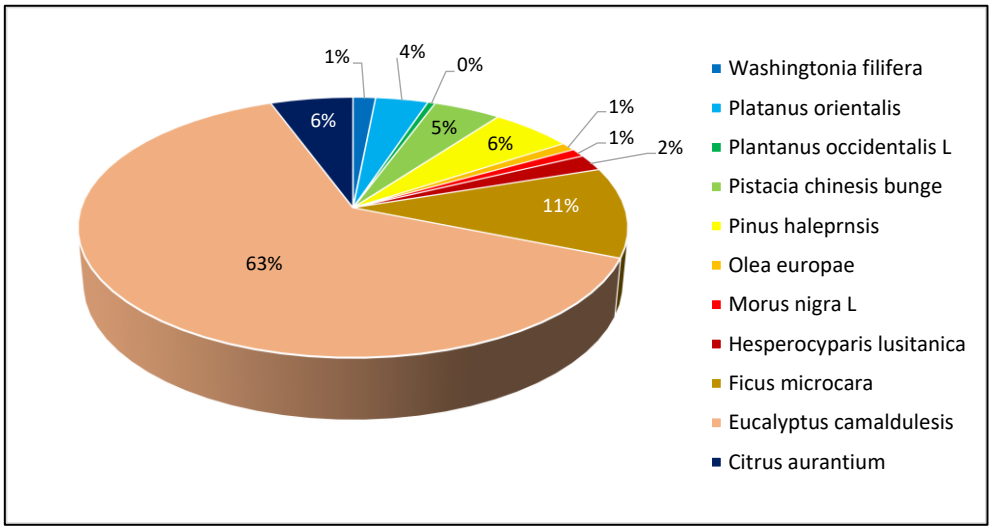


Fig.11. Pourcentage d'espèces sénescentes ou affaiblies

1.4. Localisation critiques

La figure 12 montre la répartition des espèces végétales situées dans des zones sensibles (près des écoles, hôpitaux et rues principales), donc des lieux à forte exposition humaine. On remarque une forte dominance de *Eucalyptus camaldulensis* avec 129 individus, ce qui indique une présence très importante de cette espèce dans les zones critiques. Cela est écologiquement important car cette espèce peut présenter des risques (chute de branches, allergénicité ou interactions avec les infrastructures selon le contexte urbain). Ensuite, les espèces les plus représentées sont : *Ficus microcarpa* (26 individus), *Citrus aurantium* (19 individus), *Pistacia chinensis* (12 individus) et *Pinus halepensis* (11 individus). Les autres espèces (*Washingtonia, Platanus, Olea, Morus*) présentent des effectifs faibles (2 à 7 individus).

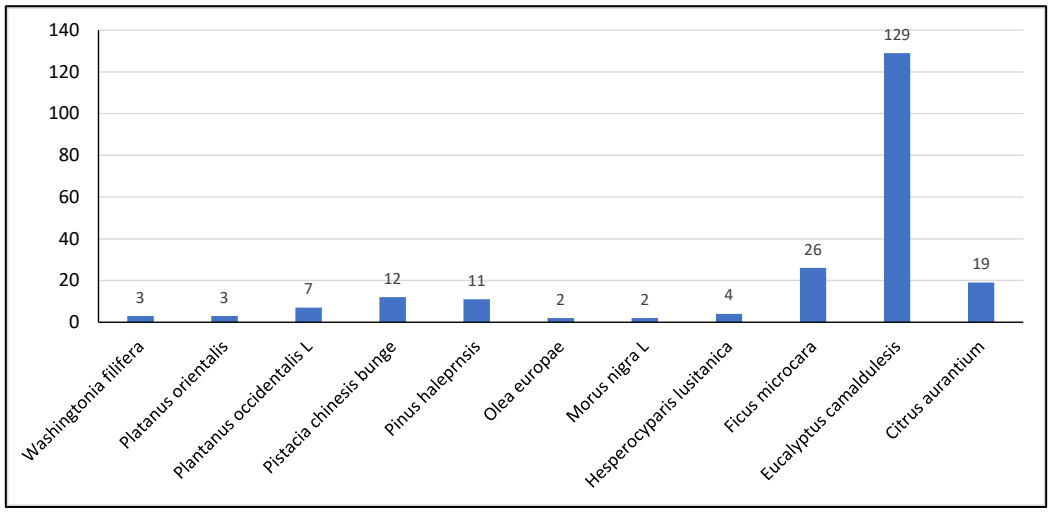


Fig.12. Nombre d'espèces d'arbres à localisations critiques

1.5. Indice de gestion prioritaire (IGP)

La figure 13 représente la répartition des niveaux de priorité d'intervention pour les arbres selon trois classes (modéré, élevé et très élevé). Globalement, Elle met en évidence une forte concentration de risques nécessitant des interventions prioritaires et urgentes.

On remarque une nette dominance de la classe « Très élevé » (67%), ce qui indique que la majorité des arbres identifiés présentent un risque critique nécessitant une intervention urgente: élagage immédiat ou remplacement en cas de risque imminent. Cette proportion élevée traduit une situation potentiellement préoccupante en termes de sécurité et de gestion du patrimoine arboré.

La classe « Élevé » (22%) représente une part importante également. Les arbres nécessitent une intervention rapide, incluant un élagage ciblé et un contrôle sanitaire approfondi. Cela montre que près d'un quart des individus demandent une action prioritaire mais légèrement moins urgente.

La catégorie « Moyen » (11%) est minoritaire et correspond à des arbres nécessitant une surveillance renforcée et des interventions préventives.

L'absence apparente de la classe « Faible » suggère qu'aucun arbre n'est considéré sans risque significatif, ce qui confirme une pression globale élevée sur le peuplement étudié.

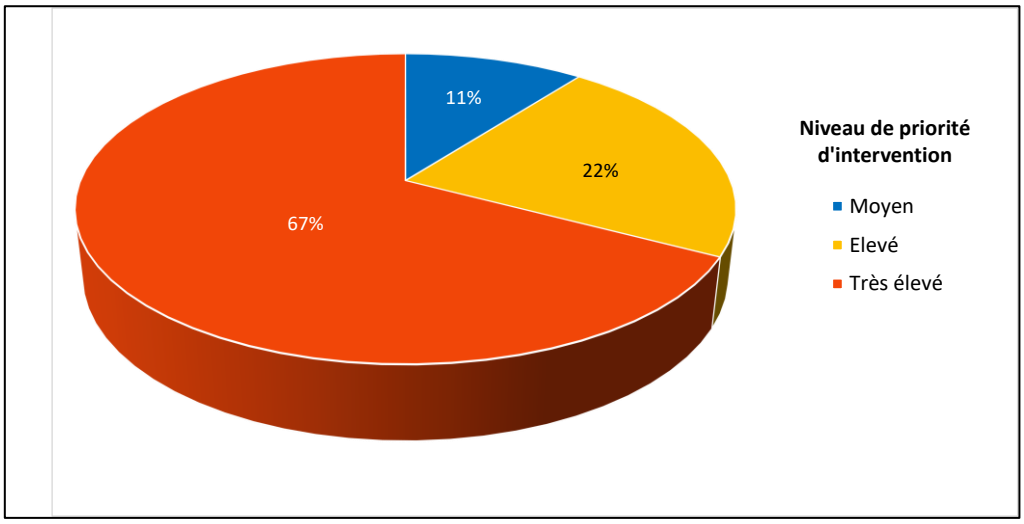


Fig.13. Pourcentage des arbres par niveau de priorité d'intervention

La figure ci-dessous illustre la répartition des essences étudiées selon le niveau de priorité d'intervention en lien direct avec le risque d'interférence avec les lignes électriques aériennes de la ville de Mila. La classe « Très élevé » correspond aux arbres dont la proximité, la hauteur ou le comportement de croissance créent un risque imminent de contact ou de chute sur les conducteurs, nécessitant une action immédiate (élagage urgent ou remplacement).

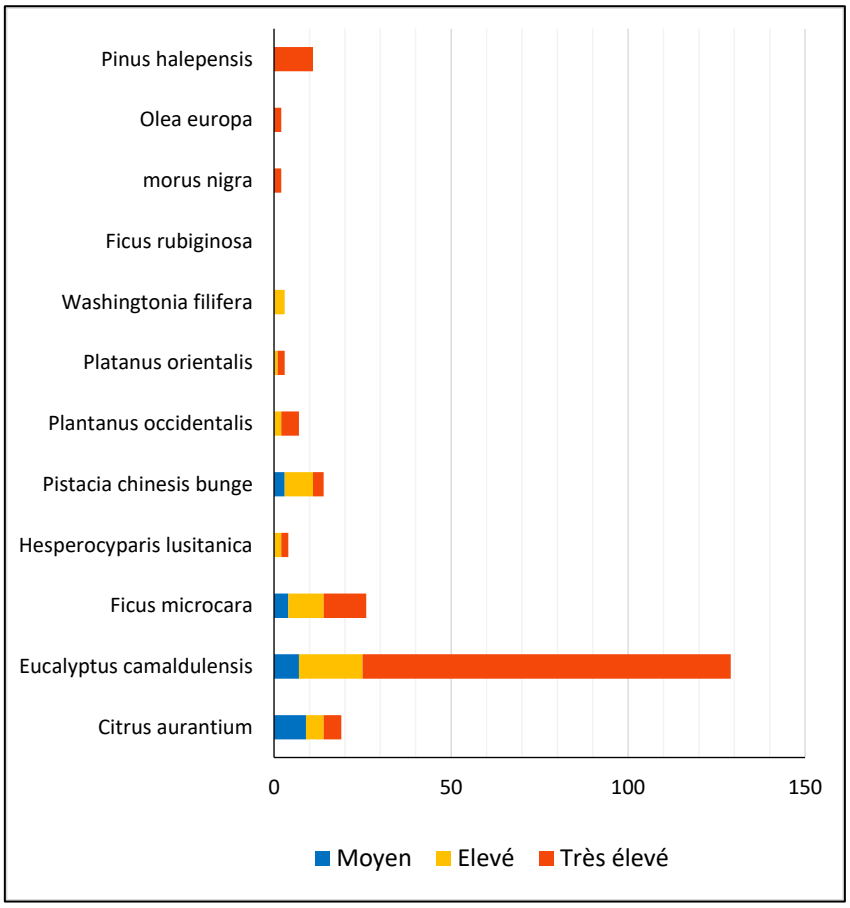


Fig.14. Nombre d'arbres par niveau de priorité d'intervention

On remarque que la grande majorité des interventions urgentes porte sur *Eucalyptus camaldulensis* ; cela indique que cette essence présente le plus grand nombre d'individus susceptibles d'entrer en contact avec les lignes (croissance rapide, dimension ou positionnement sous/à proximité des réseaux) et doit être traité en priorité pour réduire le risque de coupures, d'incendie ou d'accidents électriques.

Plusieurs espèces (*Citrus aurantium, Ficus microcara, Pistacia chinensis, Plantanus occidentalis, etc.*) montrent des effectifs en niveau « Élevé », ce qui suggère qu'elles représentent un risque important à court terme et doivent être programmées pour élagage préventif, taille de réduction de houppier ou mesures de gestion afin d'éviter une dégradation vers l'état « Très élevé ».

Les effectifs en niveau « Moyen » indiquent des arbres qui, aujourd'hui, nécessitent plutôt une surveillance accrue et des inspections régulières (mesures de hauteur, charpentières, inspection sanitaire) pour détecter toute progression du risque liée à la saison de croissance ou à des événements météorologiques.

La figure suivante représente une cartographie des niveaux de priorité d'intervention pour les arbres en milieu urbain, classés selon trois catégories : moyen (bleu), élevé (orange) et très élevé (rouge).

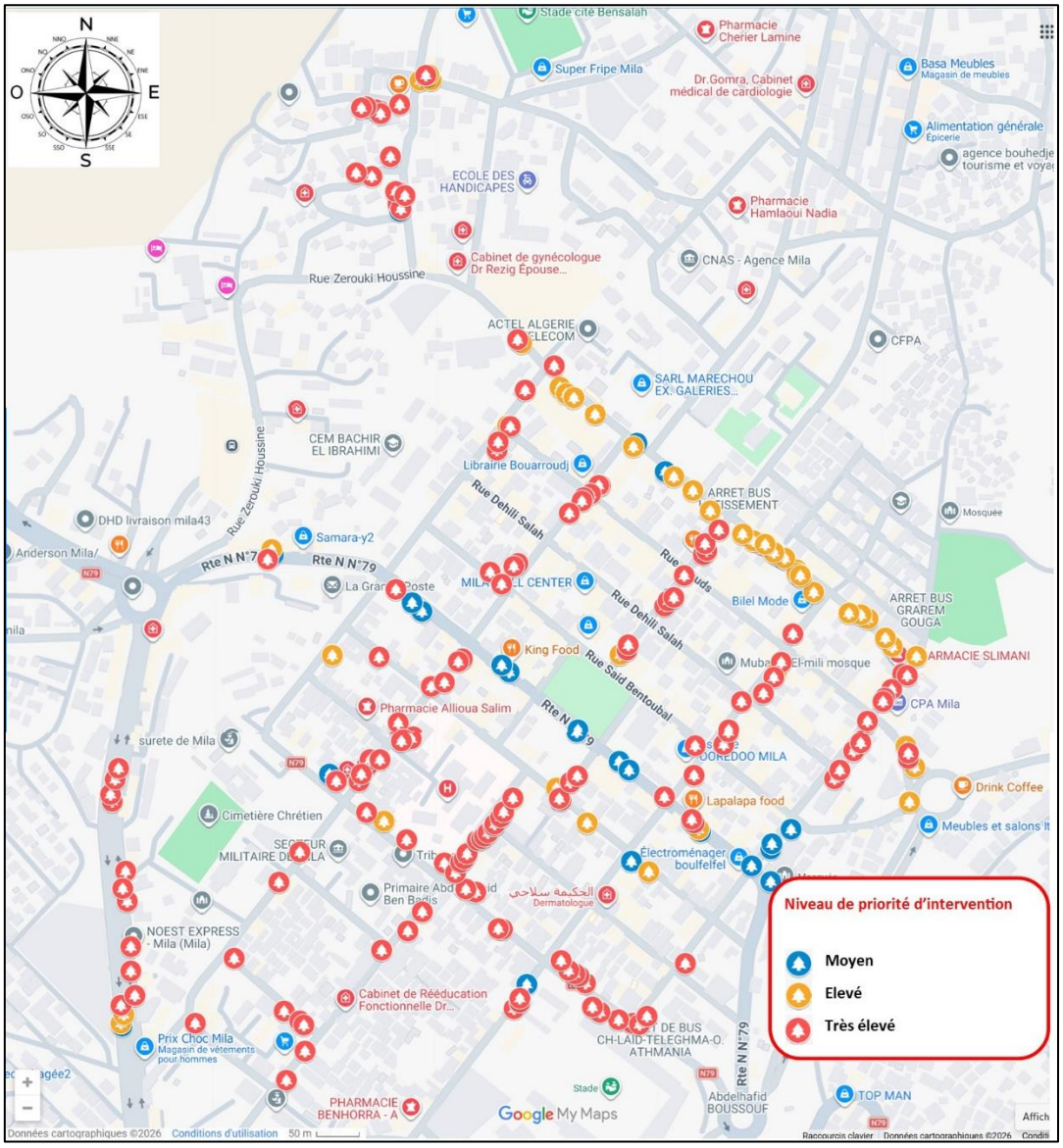


Fig.15. Cartographie du niveau de priorité d'intervention pour la gestion des interférences entre la végétation urbaine et le réseau électrique aérien dans le centre-ville de Mila

On peut remarquer une forte concentration de points rouges sur l'ensemble de la zone étudiée. Cela indique que la majorité des arbres identifiés présentent un risque important nécessitant une intervention urgente (élagage immédiat, sécurisation ou remplacement). Ces points, principalement concentrés le long des grands axes comme la rue Dehili Salah et la route nationale 79, ou encore dans les rues adjacentes au centre-ville (près de l'ACTEL, du Cimetière Chrétien, etc.)., exigent des interventions d'élagage urgentes pour prévenir les risques d'arcs électriques, de

coupures de courant ou d'accidents graves. Cette disposition linéaire confirme que le problème est intrinsèquement lié aux arbres d'alignement plantés sur les trottoirs, directement sous ou à proximité immédiate des lignes électriques aériennes de basse ou moyenne tension.

Les icônes oranges et bleues traduisent quant à elles des niveaux de priorité élevé et moyen, localisés près d'infrastructures moins saturées ou de zones résidentielles plus aérées. Ces secteurs permettent une planification à court et moyen terme des travaux de maintenance par des entreprises spécialisées. À terme, cette analyse spatiale s'impose comme un véritable outil d'aide à la décision pour le gestionnaire du réseau et la municipalité, facilitant une gestion budgétaire optimisée et une meilleure cohabitation entre le développement de la biodiversité urbaine et la sécurité des infrastructures de distribution électrique.

La répartition montre une corrélation avec la structure urbaine (rues principales, zones commerciales et résidentielles), ce qui souligne l'influence des infrastructures sur le niveau de risque. Globalement, la figure met en évidence une pression d'entretien élevée, nécessitant une priorisation des interventions sur les zones fortement concentrées en rouge.

Cette cartographie met en exergue un conflit d'usage classique au sein de l'espace aérien urbain. À Mila, les causes profondes de cette situation s'avèrent multiples. Elles résultent principalement d'un choix initial inadapté des essences arborés, ainsi que d'un déficit de maintenance et de coordination entre les services municipaux responsables des espaces verts et le gestionnaire du réseau électrique (Sonelgaz). De surcroît, de fortes contraintes budgétaires viennent accentuer le problème, conduisant à un espacement excessif et problématique des cycles d'élagage.

Les conséquences d'une telle densité de points "Très élevés" sont graves :

- **Risques pour la sécurité publique :** Électrocution par contact direct ou indirect (par temps humide), chutes de branches brûlées, et départs d'incendies urbains.
- **Vulnérabilité du réseau :** Augmentation drastique du risque de coupures de courant locales, particulièrement lors d'épisodes de vents forts ou de tempêtes, affectant la qualité de service pour les abonnés.

En conclusion, cette carte constitue un diagnostic sans appel : la ville de Mila fait face à un risque majeur et étendu d'interférence entre sa végétation et son réseau électrique aérien. La prédominance des priorités "Très élevées" dicte la stratégie à adopter.

À court terme, il est impératif de déclencher un plan d'élagage d'urgence, en ciblant prioritairement les axes rouges les plus denses et les plus proches des zones sensibles.

À moyen et long terme, une approche préventive et intégrée de l'urbanisme est nécessaire. Cela implique :

1. L'application du principe du "bon arbre au bon endroit" (remplacement progressif par des essences à faible développement ou à port colonnaire sous les lignes).

2. La programmation de l'enfouissement progressif des réseaux électriques lors des travaux de réfection de la voirie, solution radicale et définitive à ce conflit spatial.

Conclusion

Conclusion

La présente étude avait pour objectif d'analyser le risque d'interférence entre la végétation urbaine et les réseaux électriques aériens dans la ville de Mila, en s'appuyant sur un inventaire spatial des arbres situés à proximité des lignes électriques et sur une évaluation du niveau de risque associé à chaque individu recensé.

Les résultats obtenus ont permis d'identifier les principaux sites concernés par cette problématique ainsi que les espèces les plus fréquemment impliquées dans les situations d'interférence. L'analyse de la répartition des arbres en fonction de leur proximité aux réseaux électriques a mis en évidence l'existence de 220 pieds d'arbre susceptibles de compromettre la sécurité des infrastructures électriques. Parmi les espèces recensées, certaines présentent une fréquence plus élevée d'interférence en raison de leur abondance, de leur vitesse de croissance ou de leur développement en hauteur, ce qui augmente leur potentiel de contact avec les conducteurs électriques. C'est notamment le cas d'*Eucalyptus camaldulensis*, espèce largement représentée dans la ville de Mila, dont la croissance rapide et le port élevé favorisent son interaction avec les lignes électriques aériennes. Cette caractéristique en fait l'une des espèces les plus susceptibles de générer des situations de risque nécessitant des interventions régulières de surveillance et d'élagage.

Les résultats relatifs aux localisations critiques des espèces d'arbres montrent une concentration importante des individus dans des zones urbaines à forte exposition humaine, notamment à proximité des écoles, des hôpitaux et des axes routiers principaux.

L'évaluation des niveaux de risque révèle une variabilité spatiale importante des situations d'interférence entre la végétation urbaine et les réseaux électriques aériens dans la ville de Mila. Les résultats montrent une prédominance des zones à risque élevé et très élevé, localisées principalement dans les secteurs urbains denses et le long des principaux axes de circulation. Cette configuration souligne la nécessité d'une gestion prioritaire de la végétation dans ces zones sensibles, afin de réduire les risques de contact avec les lignes électriques et d'assurer la continuité et la sécurité du service électrique. À l'inverse, les zones à risque moyen, bien que moins critiques, doivent faire l'objet d'un suivi régulier afin d'anticiper toute évolution défavorable liée à la croissance des arbres.

Cette étude a démontré l'intérêt des outils de géomatique et des inventaires de terrain dans l'identification, la localisation et la cartographie des arbres à risque. Ces outils constituent une aide

précieuse à la prise de décision pour les gestionnaires des espaces verts et les responsables des réseaux électriques, en facilitant la planification des opérations d'élagage et de maintenance.

En conclusion, la coexistence entre la végétation urbaine et les réseaux électriques aériens nécessite une approche intégrée conciliant les impératifs de sécurité des infrastructures et la préservation des bénéfices écologiques, paysagers et sociaux apportés par les arbres urbains. À cet effet, il est recommandé de mettre en place un programme permanent de suivi de la végétation, de privilégier les espèces adaptées aux contraintes urbaines lors des futures plantations et de renforcer la coordination entre les services chargés de la gestion des espaces verts et les gestionnaires du réseau électrique.

Les perspectives de ce travail pourraient inclure l'utilisation de technologies avancées telles que la télédétection à haute résolution, les drones ou les données LiDAR pour améliorer la précision de la détection des zones à risque et développer des modèles prédictifs permettant d'anticiper les futures situations d'interférence dans le contexte de l'évolution urbaine de la ville de Mila.

Références bibliographies

A

Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH). (2020). Données hydrologiques nationales et rapports techniques (85 p.). ANRH, Algérie.

Al-Saidi, M., Hussein, H., & Elnasr, A. (2025). Urban green infrastructures and critical utilities: Assessing risks and resilience in modern cities. Environmental Science & Policy, 164, pp. 103–115.

Armson, D., Stringer, P., & Ennos, A. R. (2012). Influence of green infrastructure on urban microclimate. Urban Forestry & Urban Greening, 11(3), pp. 245–254.

B

Berland, A., Shiflett, S. A., Shuster, W. D., Garmestani, A. S., Goddard, H. C., Herrmann, D. L., & Hopton, M. E. (2017). Urban tree effects on climate and hydrology. Landscape and Urban Planning, 162, pp. 49–58.

Bolund, P., & Hunhammar, S. (1999). Ecosystem services in urban areas. Ecological Economics, 29(2), pp. 293–301.

Bowler, D. E., Buyung-Ali, L., Knight, T. M., & Pullin, A. S. (2010). Urban greening to cool towns and cities: A systematic review. Landscape and Urban Planning, 97(3), pp. 147–155.

C

Cecil Konijnendijk, C., Nilsson, K., Randrup, T. B., & Schipperijn, J. (Eds.). (2005). Urban Forests and Trees (520 p.). Springer.

Classification de Köppen. (2000). Köppen Climate Classification System (35 p.). Climate Data Press.

Couture, S., Garcia, S., & Reynaud, A. (2014). Household demand for water and energy: A review of look-alike models and integration of resource interactions. Journal of Environmental Economics and Management, 67(3), pp. 300–315.

Czerniawska-Kusza, I., Kusza, G., & Dużyński, M. (2004). Effect of deicing salts on urban soils and health status of roadside trees in the Opole region. Environmental Geochemistry and Health, 26(4), pp. 375–381.

D

Day, S. D., Wiseman, P. E., Dickinson, S. B., & Harris, J. R. (2010). Contemporary perspectives on urban soil compaction and its effects on tree establishment. Frontiers in Ecology and the Environment, 8(8), pp. 421–428.

Deshmukh, R., Yen, P. Y., McLean, R., & Campbell, A. (2013). Utility vegetation management: Standardizing risk assessment for overhead power lines. IEEE Transactions on Power Delivery, 28(3), pp. 1400–1410.

E

EPRI (Electric Power Research Institute). (2014). Enhancing the resilience of electric power systems (112 p.). EPRI Technical Report.

EPRI (Electric Power Research Institute). (2020). Power system resilience report (98 p.). EPRI Standards.

ERA5 (ECMWF). (2023). Global climate reanalysis dataset [Base de données numérique]. ECMWF.

Escobedo, F. J., Kroeger, T., & Wagner, J. E. (2011). Urban forests and pollution mitigation. Environmental Pollution, 159(8), pp. 2078–2087.

European Environment Agency. (2019). Urban Green Infrastructure and climate adaptation (140 p.). EEA Report.

F

FAO (Food and Agriculture Organization). (2018). Urban and Peri-Urban Forestry: A global perspective (160 p.). FAO Forestry Paper.

G

Geiger, R. (1961). Klimakunde et cartographie climatique du Nord-Est algérien (210 p.). Éditions Algiers-Climat.

Gill, S. E., Handley, J. F., Ennos, A. R., & Pauleit, S. (2007). Adapting cities for climate change: Green infrastructure and the hot spots. Built Environment, 33(1), pp. 115–133.

Gu, L., Post, W. M., Baldocchi, D. D., Wofsy, S. C., Daudet, F. A., & Verma, S. B. (2012). Characterizing the urban forest canopy and its microclimatic feedback on utility infrastructures. Agricultural and Forest Meteorology, 160, pp. 45–56.

I

IEEE Working Group. (2006). Power system reliability standards overview (45 p.). IEEE Standards Association.

International Energy Agency. (2021). Electricity Networks: Analysis and Outlook (125 p.). IEA Publications.

IPCC (GIEC). (2022). Rapports sur le changement climatique en région méditerranéenne (180 p.). Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.

J

Jim, C. Y. (2003). Urban trees and environmental benefits. Landscape and Urban Planning, 65(1), pp. 73–87.

M

Meteoblue. (2026). Climate simulation and meteorological modeling platform [Plateforme en ligne]. Consulté sur Meteoblue.

Mills, G., Cleugh, H., Emmanuel, R., Endlicher, W., Erell, E., McGranahan, G., & Steeneveld, G. J. (2016). Urban climate adaptation strategies. Current Opinion in Environmental Sustainability, 19, pp. 44–52.

Morgenroth, J., Buchan, G. D., & Scharenbroch, B. C. (2013). Urban forestry structure and management. Urban Forestry & Urban Greening, 12(4), pp. 415–424.

N

Nowak, D. J., & Crane, D. E. (2002). Carbon storage and sequestration by urban trees. Environmental Pollution, 116(3), pp. 381–389.

Nowak, D. J., Crane, D. E., & Stevens, J. C. (2006). Air pollution removal by urban trees. Urban Forestry & Urban Greening, 4(3), pp. 115–123.

O

Office National de la Météorologie (ONM), Algérie. (2022). Données climatiques nationales officielles (60 p.). ONM Alger.

Oke, T. R. (1982). The energetic basis of the urban heat island. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 108(455), pp. 1–24.

Organisation Mondiale de la Santé (OMS). (2016). Urban green spaces and health (96 p.). OMS Bureau régional de l'Europe.

P

Panteli, M., & Mancarella, P. (2015). Power system resilience to extreme events. IEEE Power and Energy Magazine, 13(3), pp. 42–52.

R

Randrup, T. B., McPherson, E. G., & Östberg, J. (2001). Urban tree root management and effects on underground and overhead utility structures. Journal of Arboriculture, 27(5), pp. 245–256.

Roloff, A. (2013). Urban tree biology and management (320 p.). Wiley-Blackwell.

Roy, S., Byrne, J., & Pickering, C. (2012). Urban ecosystem services review. Landscape and Urban Planning, 107(2), pp. 172–185.

S

Scharenbroch, B. C., Lloyd, J. E., & Johnson-Maynard, J. L. (2005). Distinguishing urban soils with physical, chemical, and biological properties. Pedobiologia, 49(4), pp. 283–296.

Sonelgaz, Algérie. (2024). Rapports énergétiques nationaux (75 p.). Direction Générale Sonelgaz.

Soukhal, S. (2011). Gestion et dynamique de la végétation urbaine face aux réseaux techniques dans les groupements d'habitations (145 p.) [Mémoire de Magister non publié]. Université Mentouri - Constantine.

Time and Date. (2026). Historical Weather Database [Base de données en ligne]. Consulté sur Time and Date.

Tyrväinen, L., Pauleit, S., Seeland, K., & de Vries, S. (2005). The influence of urban green environments on human wellbeing. Dans C. C. Konijnendijk (Ed.), Urban Forests and Trees (pp. 169–219). Springer.

U

Ulrich, R. S. (1984). View through a window may influence recovery from surgery. Science, 224(4647), pp. 420–421.

UN-Habitat. (2020). World Cities Report 2020: The Value of Sustainable Urbanization (244 p.). United Nations Human Settlements Programme.

US EPA (Environmental Protection Agency). (2021). Green Infrastructure and Climate Change (62 p.). US EPA Report.

V

Vélez, J. (2009). Élagage et gestion de la végétation à proximité des lignes électriques aériennes (186 p.). Éditions Technip.

Weather Spark. (2026). Historical climate and weather database [Base de données en ligne]. Consulté sur Weather Spark.

X

Xiao, Q., McPherson, E. G., Simpson, J. R., & Ustin, S. L. (2000). Forest structure and ecosystem services analysis. Journal of Arboriculture, 26(3), pp. 132–143.

Résumés

Résumé

Cette étude analyse les interactions entre la végétation urbaine et les réseaux électriques aériens dans la ville de Mila, en mettant l'accent sur l'identification des arbres susceptibles de générer des situations de risque d'interférence. L'inventaire arboré a permis d'identifier 220 arbres en interaction spatiale avec les réseaux électriques aériens, répartis sur 11 espèces botaniques. L'évaluation de l'indice d'interférence arbre–réseau révèle une situation globalement critique. Concernant les espèces dites problématiques, 150 individus ont été identifiés, répartis principalement entre *Eucalyptus camaldulensis* (86 %), suivi de *Pinus halepensis* (7 %), *Platanus occidentalis* (5 %) et *Platanus orientalis* (2 %). Ces espèces présentent des caractéristiques morphologiques favorisant les conflits avec les réseaux électriques, notamment un développement aérien important. L'analyse des localisations critiques révèle que les zones à forte exposition humaine concentrent également une grande partie du patrimoine arboré, dominé encore une fois par *Eucalyptus camaldulensis*, suivi de Ficus microcarpa et Citrus aurantium. Enfin, l'indice de gestion prioritaire confirme l'urgence de la situation : 67 % des arbres sont classés en priorité très élevée, 22 % en priorité élevée et 11 % en priorité moyenne. La répartition spatiale montre une concentration des arbres à risque le long des axes principaux du centre-ville, traduisant un conflit direct entre le développement urbain et la gestion des alignements arborés. Ces résultats permettent de mieux comprendre la dynamique des interactions arbre–réseau électrique et constituent une base d'aide à la décision pour la gestion de la végétation urbaine et la prévention des risques dans la ville de Mila.

Mots clés : Arbre urbaine ; réseaux électriques ; interférence arbre-ligne ; Mila.

Abstract

This study analyzes the interactions between urban vegetation and overhead electrical networks in the city of Mila, with particular emphasis on identifying trees likely to generate interference risk situations. The tree inventory identified 220 trees spatially interacting with overhead electrical networks, distributed across 11 botanical species. The assessment of the tree–network interference index reveals an overall critical situation. Regarding so-called problematic species, 150 individuals were identified, mainly distributed among *Eucalyptus camaldulensis* (86%), followed by *Pinus halepensis* (7%), *Platanus occidentalis* (5%), and *Platanus orientalis* (2%). These species exhibit morphological characteristics that favor conflicts with electrical networks, particularly significant above-ground development. The analysis of critical locations shows that areas with high human exposure also concentrate a large portion of the urban tree stock, once again dominated by *Eucalyptus camaldulensis*, followed by *Ficus microcarpa* and *Citrus aurantium*. Finally, the priority management index confirms the urgency of the situation: 67% of trees are classified as very high priority, 22% as high priority, and 11% as moderate priority. The spatial distribution highlights a concentration of high-risk trees along the main roads of the city center, reflecting a direct conflict between urban development and tree line management. These results contribute to a better understanding of tree–electrical network interaction dynamics and provide a decision-support basis for urban vegetation management and risk prevention in the city of Mila.

Keywords: Urban trees; electrical networks; tree–power line interference; Mila.

الملخص

تُحلل هذه الدراسة التفاعلات بين الغطاء النباتي الحضري والشبكات الكهربائية الهوائية في مدينة ميلة، مع التركيز بشكل خاص على تحديد الأشجار القابلة لإحداث حالات من خطر التداخل. وقد سمح الجرد الشجري بتحديد 220 شجرة في تفاعل مكاني مع الشبكات الكهربائية الهوائية، موزعة على 11 نوعاً نباتياً. ويُظهر تقييم مؤشر تداخل الشجرة–الشبكة الكهربائية وضعاً عاماً حرجاً. وفيما يتعلق بالأنواع المصنفة كأنواع إشكالية، تم تحديد 150 فرداً موزعين أساساً بين Eucalyptus camaldulensis بنسبة (86%)، تليها Pinus halepensis بنسبة (7%)، ثم Platanus occidentalis بنسبة (5%)، و Platanus orientalis بنسبة (2%). وتتميز هذه الأنواع بخصائص مورفولوجية تُسهم في زيادة احتمال التداخل مع الشبكات الكهربائية، خاصة من خلال النمو الهوائي الكبير .ويُظهر تحليل المواقع الحرجة أن المناطق ذات التعرض البشري المرتفع تحتوي أيضاً على جزء مهم من الرصيد الشجري الحضري، حيث تهيمن مرة أخرىEucalyptus camaldulensis ، تليها Ficus microcarpa و Citrus aurantium.وأخيراً، يؤكد مؤشر التسيير ذي الأولوية خطورة الوضع، حيث تم تصنيف 67% من الأشجار ضمن أولوية عالية جداً، و22% ضمن أولوية عالية، و11% ضمن أولوية متوسطة. كما تُبرز التوزيعات المكانية تمركز الأشجار ذات الخطورة المرتفعة على طول المحاور الرئيسية لوسط المدينة، مما يعكس وجود تعارض مباشر بين التوسع الحضري وتسيير الأشجار الخطية .تساهم هذه النتائج في تحسين فهم ديناميكيات التفاعل بين الأشجار والشبكات الكهربائية، وتوفر قاعدة لدعم اتخاذ القرار في تسيير الغطاء النباتي الحضري والوقاية من المخاطر في مدينة ميلة.

الكلمات المفتاحية: الأشجار الحضرية؛ الشبكات الكهربائية؛ تداخل شجرة–خط كهربائي؛ ميلة.