

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Centre Universitaire- Salhi Ahmed - Naâma

Institut des Sciences et de Technologie

Département des Sciences de la Nature et de la Vie



MÉMOIRE

En vue de l'obtention du diplôme de

MASTER Académique

En Sciences Biologiques

Spécialité : Biodiversité et physiologie végétale

Présenté Par:

ABDELLATIF DAKHSSANE

Thème

Estimation physionomique et dendrométrique des reboisements à *Pinus halepensis* dans le nord de Naâma.

Soutenu le : 11/10/2022

Devant le jury :

Président : Mr Nouri Tayeb

MCA Centre Universitaire de NAAMA.

Examineur : Mr Benaradj Abdelkrim

MCA Centre Universitaire de NAAMA.

Encadreur : Mr Merioua Sidi Mohammed

MCB Centre Universitaire de NAAMA.

Année universitaire : 2021/ 2022

**** Remerciements ****

Au terme de ce modeste travail je tiens à exprimer ma profonde gratitude à « Allah » de m'avoir donné la force pour le réaliser.

« Je remercie particulièrement mon Promoteur Monsieur, Merioua Sidi Mohammed., Maître de Conférence B, au centre universitaire Salhi Ahmed de Nâama, qui a assuré mon encadrement, pour ses précieuses orientations, son aide et ses conseils judicieux, pour son soutien, ses encouragements et son souci de mener à terme ce travail ».

« Je présente aussi mes remerciements au Monsieur Benaradj Abdelkarim maître de Conférence A d'avoir accepté de juger ce modeste travail, ses critiques et suggestions me seront certainement utiles ».

« Je tiens à remercier Monsieur Nouri Tayeb Maître de Conférence A au centre universitaire Salhi Ahmed de Nâama, pour l'honneur qui me fait à présider le jury ».

« Également mes sincères et cordiaux remerciements à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire plus particulièrement mes chers parents et mes chères sœurs, mon frère, ma tante et mes chers amis » « Miloud, Abdelhafid, Zakaria, Mohamed ».

**** Dédicace ****

« Je dédie ce modeste travail »

*« À la mémoire de ma grande mère Mobaraka, Qu'Allah le
Miséricordieux accorde elle en sa Sainte Miséricorde et l'accueille
dans son Vaste Paradis »*

*« À la mémoire de mon grand-père El hadj Mohamed, Qu'Allah le
Miséricordieux accorde lui en sa Sainte Miséricorde et l'accueille
dans son Vaste Paradis »*

« À mon père et ma mère »

« À ma chère tente »

« À Mon frère et mes sœurs».

« À tout qui apprécier la valeur de l'arbre »

« À tous les protecteurs de la nature »

« Abdellatif Dakhssane »

Résumé

L'absence d'une estimation physiognomique et dendrométrique des reboisements dans la wilaya de Nâama a toujours été un obstacle pour mener un plan d'aménagement sérieux et réussi. Ce travail représente une étape incontournable dans l'engendrement d'une stratégie de reboisement dans cette zone aride.

Notre étude est basée sur des paramètres dendrométriques et physiognomiques qui ont été récoltés dans des différentes stations de la zone d'étude et qui nous a permis de déterminer les facteurs de la réussite et l'échec de ces reboisements de *Pinus halepensis*. Notre objectif est de connaître la façon de réussir les opérations de plantations dans ces zones arides et de trouver des solutions pour assurer une productivité durable.

Concernant les résultats obtenus, nos peuplements sont caractérisés par une productivité très faible, située entre 0.022 (m³/ ha/an) et 0.642 (m³/ ha/an) et une hauteur dominante qui ne dépasse pas 8m. Sur le plan physiognomique, la classe matorral bas dégradé est la plus représentative des reboisements. Cette situation est généralement liée à l'activité anthropozoïque et les aléas climatiques qui sont défavorables.

Mots clés :

Reboisement - Dendrométrie - Bilan - Physiognomie - Wilaya de Nâama - Zone aride.

ABSTRACT

The absence of a quantitative and qualitative assessment of reforestation operations in the wilaya of Nâama has always been a major problem for the various stakeholders in this area. Therefore, making an assessment based on a dendrometric and physiognomic approach represents an essential step in the generation of a reforestation strategy in this arid zone and constitutes an essential means that can direct the various operators, particularly in the field of the fight against desertification.

Our study is based on dendrometric and physiognomic parameters which allowed us to determine the success factors of these stands, to know these constraints and to find solutions to ensure sustainable productivity.

Regarding the results obtained, our stands are characterized by a productivity between 0.022 (m³/ha/year) and 0.642 (m³/ha/year) and a dominant height that does not exceed 8m.

The physiognomic classification shows that our plots are classified according to their fertility classes in: Forest, high matorral, low matorral.

Keywords:

Reforestation - dendrometric - physiognomic - desertification - Wilaya de Naama.

الملخص

لطالما كان غياب التقييم الكمي والنوعي لعمليات إعادة التشجير في ولاية النعامة مشكلة رئيسية لمختلف المتدخلين في هذا المجال. لذلك، فإن إجراء تقييم بناءً على مقارنة تعتمد أساساً على مختلف القياسات المتعلقة بالشجرة ونمطها الظاهري يمثل خطوة أساسية في إنشاء استراتيجية لإعادة تشجير هذه المنطقة القاحلة ويشكل وسيلة أساسية يمكن أن توجه مختلف المعنيين لا سيما في مجال مكافحة التصحر. تعتمد دراستنا على معايير قياس الشجرة والنمط الظاهري لها والتي سمحت لنا بتحديد عوامل نجاح هذه المجمعات الشجرية، ومعرفة هذه القيود وإيجاد حلول لضمان الإنتاجية المستدامة. فيما يتعلق بالنتائج التي تم الحصول عليها، تتميز مجموعتنا الشجرية بإنتاجية تتراوح بين 0.022 (م³ / هكتار / سنة) و0.642 (م³ / هكتار / سنة) وارتفاع سائد لا يتجاوز 8 أمتار. يُظهر تصنيف النمط الظاهري لمجمعاتنا الشجرية أن قطعة الأرض الخاصة بنا مصنفة وفقاً لفئات الخصوبة الخاصة بها في: غابة، مستوى عال ، مستوى منخفض.

كلمات مفتاحية:

التشجير – المنطقة القاحلة -إعادة للتشجير -التصحر-ولاية النعامة.

Table des matières

| | |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Résumé | 1 |
| Introduction générale..... | 2 |
| I - PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE LA ZONE D'ÉTUDE..... | 5 |
| 1. Situation géographique..... | 5 |
| 1.2. Relief et réseau hydrographique..... | 6 |
| 1.3. Pentes et Altitudes..... | 6 |
| 1.5. Sol..... | 7 |
| 1.6. Classement des terres en fonction des activités | 10 |
| 1.7. Forêts | 11 |
| 1.8. Végétations naturelle | 11 |
| 2. Aperçu sur le barrage vert en Algérie | 14 |
| 2.1. Naissance de l'idée du projet «Barrage vert»:..... | 14 |
| 2.2. Propriétés du «Barrage vert»: | 14 |
| II. Approche bioclimatique | 17 |
| 1. Étude des paramètres climatiques | 17 |
| 1.1. Précipitations..... | 17 |
| 1.2. Températures..... | 18 |
| 2. Synthèse bioclimatique de la région nord de Naâma | 20 |
| 2.1. La Température | 21 |
| 2.2. Diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gausсен..... | 21 |
| 2.3. Quotient Pluviothermique et climagramme d'Emberger | 23 |
| 2.4. Indice d'aridité de Martonne..... | 26 |
| 3. Conclusion | 27 |
| III. Étude dendrométrique et physionomique des peuplements..... | 29 |
| 1. Introduction..... | 29 |
| 2. Procédés d'étude de la production | 29 |
| 2.1. Echantillonnage | 29 |
| 2.2. Matériels de mesures | 37 |
| 2.3. Dimension et forme des placettes d'échantillonnages | 37 |
| 2.4. Calculs de certaines variables dendrométriques et stationnelles..... | 37 |
| 3. Classe de fertilité..... | 41 |
| 3.1 . Construction des faisceaux de courbes de fertilité | 41 |
| 4. Estimation des accroissements et de la production | 43 |
| 5. Relation entre la profondeur du sol et la hauteur dominante..... | 43 |
| 6. Classification physionomique..... | 45 |
| 6.1. Méthodes d'analyse de la végétation | 45 |
| 6.2. Classification des principaux types de formation végétale | 46 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| 6.3. Résultats | 47 |
| 7. Aménagement de l'espace forestier, astuces et propositions | 48 |
| 8. Conclusion | 48 |
| Conclusion générale | 48 |
| Liste de références | 49 |

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Situation géographique de la région d'étude Wilaya de Nâama (Zair 2011).

Figure 2 : Carte Hydrographique de la wilaya de Nâama (CENEAP 2009).

Figure 3 : Carte des altitudes de la wilaya de Nâama (CENEAP 2009).

Figure 4 : Carte des pentes de la wilaya de Naâma (CENEAP 2009).

Figure 5 : Carte lithologique de la wilaya de Naâma (CENEAP, 2009).

Figure 6 : Carte d'occupation du sol de la wilaya de Naâma (CENEAP 2009).

Figure 7 : Localisation du barrage vert en Algérie (Planet Risk, Davos2016).

Figure 8 : Courbes des variations moyennes mensuelles des températuresdes périodes (1913-1938) et (1985-2012) (ONM 2018).

Figure 9: Courbes des variations moyennes mensuelles de la pluviométrie de périodes (2009-2017) (ONM 2018).

Figure 10: Courbes des variations moyennes mensuelles des températures de périodes (2009-2017) (ONM 2018).

Figure 11 : Courbes ombro-thermiques de la région nord de Naâma (période 2009-2017) (ONM 2018).

Figure 12 : Climagramme pluviométrique du quotient d'Emberger (Q2) (ancienne période et nouvelle période) (ONM 2018).

Figure 13 : Climagramme d'aridité de Martonne (ONM 2018).

Figure 14 : Station Drae el-aoud (Mécheria-Nâama) (Google Earth 2022)

Figure 15 : Station Drae el-aoud sur terrain (Mécheria-Nâama) (Cliché Dakhssane 2022)

Figure 16 : Station Antar 1 (Mécheria-Nâama) (Google Earth 2022).

Figure 17 : Station Antar 1 sur terrain (Mécheria-Nâama) (Cliché Dakhssane 2022).

Figure 18 : Station Antar 2 (Mécheria-Nâama) (Google Earth 2022).

Figure 19 : Station Antar 2 sur terrain (Mécheria-Nâama) (Cliché Dakhssane 2022).

LISTE DES FIGURES

Figure 20 : Station Litima (Mécheria-Nâama) (Google Earth 2022).

Figure 21 : Station Litima (Mécheria-Nâama) (Cliché Dakhssane 2022).

Figure 22 : Station Souiga (Nâama) (Google Earth 2022).

Figure 23 : Station Souiga (Nâama) (Cliché Dakhssane 2022).

Figure 24 : Classes de fertilités de *pinus halepensis*.

Figure 25 : Profondeur du sol dans les 37 placettes en fonction de la hauteur dominante.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Production végétale (DSA 2020).

Tableau 2 : Production animale (DSA 2020).

Tableau 3 : Répartition des Forêts par commune (DPSB Naâma 2020).

Tableau 4 : précipitations moyennes mensuelles et annuelles de deux périodes :(1913-1938)et (1985-2012) (ONM 2013).

Tableau 5 : Coefficient relatif saisonnier de Musset durant les deux périodes:(1913-1938)et (1985-2012) (ONM 2013).

Tableau 6 : Températures moyennes mensuelles et annuelles de deux périodes :(1913-1938)et (1985-2012) (ONM 2013).

Tableau 7 : Amplitude thermique et type de climat de la région de Naâma (ONM 2013).

Tableau 8: Précipitations moyennes mensuelles et annuelles de périodes : (2009-2017) (ONM 2018).

Tableau 9: Températures moyennes mensuelles et annuelles de périodes (2009-2017) (ONM 2018).

Tableau 10 : Températures et la pluviométrie moyennes mensuelles et annuelles de périodes (2009-2017) (ONM 2018).

Tableau 11 : Quotient Pluviothermique d'Emberger Q2 Durant La Période(2009-2017) (ONM 2018).

Tableau 12 : Quotient Pluviothermique d'Emberger Q2 durant les Deux Périodes (ONM 2018).

Tableau 13 : Indice de Martonne (ONM 2018).

Tableau 14 : Placettes d'échantillonnage de *Pinus halepensis* dans les différentes stations de la région

Tableau 15 : Données dendrométriques des placettes d'échantillonnage à *Pinus halepensis*.

Tableau 16 : Les classes de fertilité des peuplements du *Pinus halepensis*

Tableau 17 : Profondeur du sol en fonction de la hauteur dominante.

Tableau 18 : La classification physionomique selon les classes de fertilité des peuplements du *Pinus halepensis*

LISTE DES ABRÉVIATIONS

CFN : Conservation Des Forets De La Wilaya De Nâama.

CENEAP : Centre National d'études et d'analyses pour la planification.

DGF : Direction Générale des Forêts.

DSA : Direction des Services Agricoles.

DPSB : Direction de Planification et de Suivi Budgétaire.

INF : l'inventaire forestier national

ONM : Office Nationale de Météorologie.

SAU : Superficie Agricole Utile.

S.A.T : Surface agricole totale.

Introduction Générale

Introduction générale

La forêt méditerranéenne est un milieu très complexe façonnée par de multiples facteurs, tels que le climat, la géomorphologie, les sols, l'hydrologie et l'utilisation des terres. Les paysages forestiers actuels sont la conséquence de l'impact progressif des influences anthropiques (FAO, 2013).

Actuellement, et selon des schémas bien connus, les forestiers délimitent la forêt méditerranéenne par rapport à son bioclimat avec ses deux composantes principales; les précipitations et la sécheresse (Pons et Quézel, 1985 ; Emberger, 1971 ; Thinon, 1988).

Selon Seigue (1985) la forêt méditerranéenne couvrait environ 65 millions d'hectares dont 45 millions de forêts proprement dites et 19 millions d'hectares de formations forestières.

Bien qu'ayant fait l'objet par le passé de nombreuses études d'aménagement, notre patrimoine national forestier et alfatier a peu évolué, voir même en voie de dégradation, comme le fait ressortir l'inventaire forestier national (IFN). Les nappes alfatières sont victimes de l'avancée fulgurante du phénomène de désertification qui a réduit leur superficie à 1.970.000 ha, les forêts n'occupent que 1.700.000 ha sur 4.110.000 ha des terres forestières (DGF, 2010).

Les peuplements forestiers sont en déclin, et selon BENABDELLI (1996) plus de 780.000 ha sont considérés comme ruinés et à un stade régressif irréversible. Les aspects de cette dégradation sont multiples, les causes sont complexes et les conséquences sont redoutables. Compte tenu du rôle vital de la forêt, et face aux phénomènes d'érosion (hydrique et éolienne) il demeure impératif aujourd'hui de se réapproprier ce patrimoine et d'entamer un programme de "remise en ordre", dont le reboisement constitue l'un des moyens les plus utilisés.

La wilaya de Naâma comme les autres wilayas steppiques est exposée au phénomène de la désertification qui s'appuie sous l'effet de plusieurs causes naturelles et anthropiques. L'objectif de cette étude se transcrit donc dans un cadre général d'estimation dendrométrique et physiologique des reboisements de la zone d'étude. En prenant en circonspection les paramètres influant directement ou indirectement sur le maintien et la sauvegarde de ces écosystèmes qui sont en voie de dégradation.

A cet effet, le présent travail se détache autour de trois chapitres, à savoir :

- Une étude bibliographique constituant le premier chapitre présente sur une description générale de la zone d'étude. Elle mettra en évidence l'état actuel de ces reboisements, ses contraintes, ses capacités, avec une problématique globale des faits saillants en mettant l'accent sur l'ampleur de ces reboisements.
- Le deuxième chapitre décrit le milieu d'étude, ces approches bioclimatiques et présente une étude totale des paramètres climatiques dans la zone d'étude.
- Le troisième chapitre est consacré à l'étude dendrométrique et physiologique des reboisements à *Pinus halepensis* dans la zone d'étude, cette étude permet aussi de réduire des relations entre les paramètres dendrométriques et physiologiques pour déduire l'effet des uns sur les autres.

Aussi ce chapitre sera réservé aux différents résultats soutirés ainsi qu'à leur discussion.

Chapitre I :
Présentation générale de
la zone d'étude

I - PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE LA ZONE D'ÉTUDE :

1. Situation géographique:

La wilaya de Naâma se trouve dans l'ouest de l'Algérie, dans la frontalière avec le Maroc plus précisément. Elle est localisée entre l'atlas tellien et saharien.

Elle occupe une superficie de 2.951.410 ha limitée au nord par les wilayas de Tlemcen et Sidi bel Abbès, par le sud par la wilaya de Bechar, l'est par la wilaya d'El-Bayadh et l'ouest par le Royaume du Maroc.

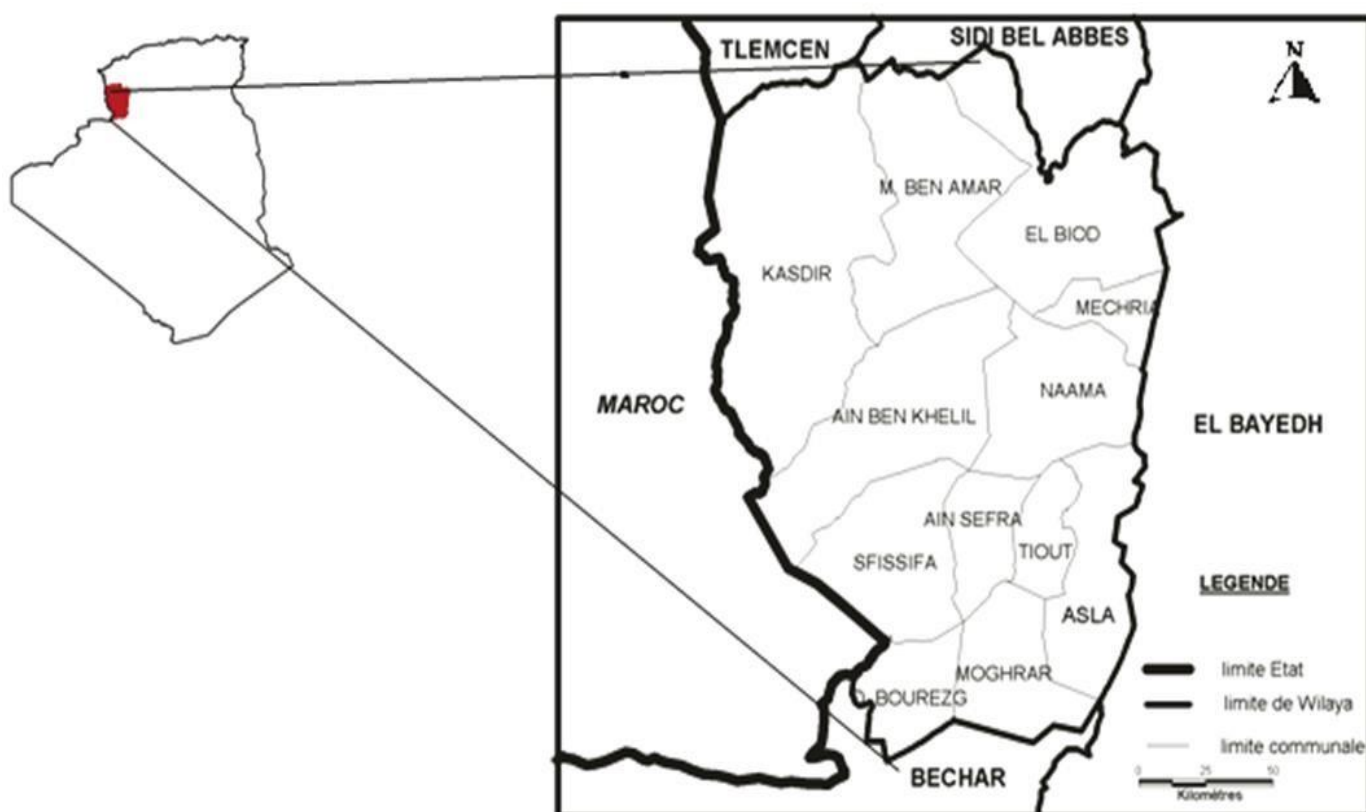


Figure 1 : Situation géographique de la région d'étude Wilaya de Nâama (CENEAP 2009).

1.2. Relief et réseau hydrographique :

1.2.1. Les reliefs : les reliefs de la wilaya s'exposent sous forme d'ensembles massifs à structures complexes. Ces structures se rapportent habituellement à la tectonique, à la lithologie et à l'érosion. Elles sont composées de roches dures (calcaire, calcaire dolomitique et grès) d'âge Jurassique dont la pente des versants est couramment forte (Benaïssa 2019).

1.2.2. Réseau hydrographique : le réseau hydrographique et les écoulements de la wilaya est peu développé, caractériser par une topographie plane à caractère endoréique, aboutissant dans des dépressions à savoir Chott El Gharbi, Sebket El Naâma, Chott El Biodh (Benaïssa 2019).

1.3. Pentes et Altitudes :

Sur le plan altimétrique, la carte (Figure 3) montre la répartition de ces zones naturelles qui indiquent la wilaya de Naâma, où nous pouvons distinguer la classe la plus dominante avec une altitude 1000 et 1500 mètre d'altitude. Le sud est marqué par les hautes altitudes qui peut dépasser les 2000 mètre comme par exemple les monts de Ksour (Benaïssa 2019).

La carte (Figure 4) avec les quatre (04) classes de pente présente un aperçu sur le relief de la wilaya. La majorité des terres (74%) ont une pente légère entre 0 et 3%. Les pentes accentuées sont situées au sud de la Wilaya représentés par des classes de pentes 12 et 25 % et supérieur à 25 % (Benaïssa 2019).

1.4. Zones géographiques :

Selon (DSA 2011), on particularise trois zones géographiques homogènes :

- zone steppique : représentée par un relief plat de 74% du territoire de la Wilaya, caractérisée par l'activité agropastorale.
- zone montagneuse : elle est montagneuse (Monts de Ksour), Occupant un territoire de 12% de la Wilaya, caractérisée une activité d'agriculture Oasienne.
- zone présaharienne : représentée par une superficie de 14% de la Wilaya, très remarquable par l'élevage camelin.

1.5. Sol :

Selon Demolon « Le sol est la formation naturelle de surface à construction meuble et d'épaisseur variable, résultant de modification de la roche mère soumis sous l'influence de divers transformations physiques, chimiques et biologiques » (**Figure 5**).

1.5.1. Sols calcimagnésiques :

La catégorie de sols calcimagnésiques utilise la majeure partie de la zone d'étude. Elle est représentée par nombreux types de sols : les rendzines, sols bruns calcaires et sols bruns calciques, sols à encroûtement gypseux.

1.5.2. Sols minéraux bruts :

Les sols minéraux bruts sont représentés par les sols minéraux bruts de corrosion, les sols minéraux bruts de quote-part alluvial et les sols minéraux bruts d'apport éolien.

1.5.2.2. Sols minéraux bruts d'érosion : sont situés sur de fortes pentes où les couches superficielles sont constamment entraînées empêchant ainsi la formation du sol. Le couvert végétal est très peu significatif avec toutefois quelques reliques de chêne vert (*Quercus ilex*) et le genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*).

1.5.2.3. Sols minéraux bruts d'apport alluvial : Se rencontrent au niveau des oueds importants. Ils présentent une texture sableuse, une forte charge caillouteuse et leur profondeur est variable.

1.5.2.4. Sols minéraux bruts d'apport éolien : Ils sont constitués de sable et de dunes plus au moins mobiles. Ces sols sont occupés par une végétation psammophile à *Aristida pungens* et *Arthrophytum scoparium*.

1.5.3. Sols halomorphes :

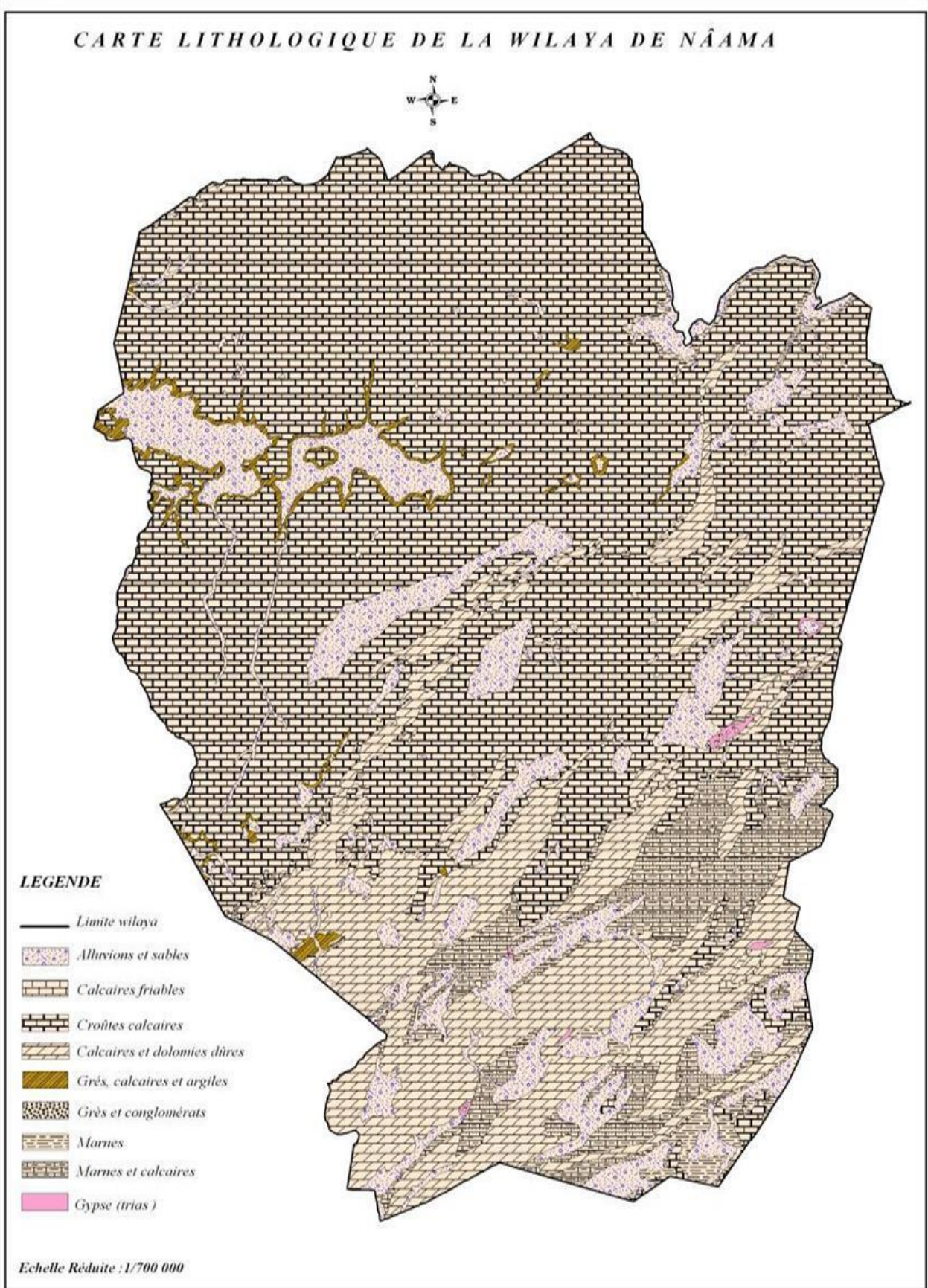
Ils se circonscrivent au niveau des zones de bassins (Chott et sebkha) et des zones d'épandage des principaux oueds (DSA 2011).

1.5.4. Sols peu évolués :

La classe de sols peu évolués est composée par :

Les sols peu évolués d'érosion sur roche mère dure (calcaire et gré) ou tendre (marnes), présentant une proportion élevée d'éléments grossiers, une forte charge caillouteuse et un faible taux de matière organique (<2%).

Les sols peu évolués d'apport alluvial occupent particulièrement les zones basses (zone d'épandage, daïa, chenaux d'oued). Ces sols représentent la majeure partie des terres mises en culture.



. **Figure 5** : Carte lithologique de la wilaya de Naâma (CENEAP, 2009)

1.6. Classement des terres en fonction des activités :

Le premier secteur économique important dans la wilaya de Naâma est l'agriculture; précisément le pastoralisme.

L'emplacement du secteur de l'agriculture dans la wilaya de Naâma peut être résumée par les chiffres suivants: La superficie agricole totale : **2 203 460 Ha**, dont:

- SAU: **28 283 Ha**, dont **9 184 Ha** irrigués.

1.6.1. Production végétale :

Tableau 1 : Production végétale (DSA 2020).

| Type de culture | Céréales d'hiver | Culture maraichères | Fourrages artificiel | Arboriculture | Phoeniciculture |
|------------------------|------------------|---------------------|----------------------|---------------|-----------------|
| Superficie (Ha) | 3 146 Ha | 2 181 Ha | 2 577 Ha | 2 715 Ha | 21 660 palmiers |
| Quantité (Qx) | 34 294 Qx | 364 565 Qx | 449 395 Qx | 41 263 Qx | 5 957 Qx |

1.6.2. Production animale :

Tableau 2 : Production animale (DSA 2020).

| Cheptel | Ovins | Caprins | Bovins | Camelins |
|------------------------|-----------|---------|--------|----------|
| Nombre de têtes | 1 652 906 | 102 817 | 34 509 | 1 844 |

1.7. Forêts :

La wilaya de Naâma se caractérise par un milieu steppique fortement soumis à deux phénomènes (CFN 2011) :

1.7.1. Détérioration et recul du couvert végétal :

L'absence des parcours à sparte et à armoise et le nette recul de la nappe alfatière (800 000 Ha en 1976 et seulement 436 250 Ha en 2020) affirme la présence d'une dégradation inquiétante du végétation appelant des interventions d'urgence.

1.7.2. Menaces d'ensablement :

Avec le surcroît des parcours et l'effet anthropique caractérisé par le labour illégal et l'exploitation déréglée de la fortune végétale, aujourd'hui à une détérioration grave de cet écosystème sensible, on assiste à un assèchement du milieu qui affecte par endroit des aspects définitifs.

1.8. Végétations naturelle :

Le couvert végétal naturel de la zone d'étude selon DSA 2011 est caractérisé par une physionomie de steppe.

L'apparence de la steppe varie avec le coefficient pluviométrique et la nature du sol. La steppe sud-Oranaise est imposée par les formations végétales suivantes :

- Steppe à alfa (*Stipa tenacissima*);
- Steppe à armoise blanche (*Artemisia herba Alba*);
- Steppe à sparte (*Lygeum spartum*);

Chapitre I : Présentation générale de la zone d'étude

Tableau 3 : Répartition des Forêts par commune (DPSB Nâama 2020).

| Communes | Superficie | | Espèces (arbres) | Nbre de grades forestiers | Nbre d'Has de forêts par 1 garde forestier (*) |
|-----------------|-------------------|--------------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------|
| | Total (Has) | dont: maquis (Has) | | | |
| Naâma | 5 319 | 5 008,5 | Pin d'Alep/cyprès Eucalyptus/Tamarix Genévrier/chêne vert | 10 | 531,9 |
| Mecheria | 9 069 | 7203,4 | | 10 | 906,9 |
| Ain-Sefra | 30 560,7 | 30 473,3 | | 3 | 10 186,9 |
| Tiout | 8 500 | 8 400 | Pin d'Alep/Genévrier chêne vert/ Autre | 0 | 0 |
| Sfissifa | 22 850 | 22 850 | Tamarix/Genévrier chêne vert/ Autre | 1 | 22 850 |
| Moghrar | 0 | 0 | / | 1 | 0 |
| Asla | 0 | 0 | / | 1 | 0 |
| Djenien-Bourezg | 14 800 | 14 800 | Genévrier/ chêne vert/ Autre | 0 | 0 |
| Ain-Ben-Khelil | 38 310 | 38 250 | Pin d'Alep/Tamarix Genévrier/chêne vert /Autre | 5 | 7 662 |
| Mekmen-Ben-Amar | 495 | 412 | Pin d'Alep/Cyprès Eucalyptus/Tamarix Autre | 3 | 165 |
| Kasdir | 222,1 | 191,6 | Pin d'Alep/Cyprès Eucalyptus/Tamarix Autre | 1 | 222,1 |
| El-Biodh | 7 884 | 7 414 | Pin d'Alep/Cyprès Eucalyptus/Tamarix Autre | 4 | 1 971 |
| Total | 138 009,80 | 135 002,80 | | 39 | 3 538,71 |

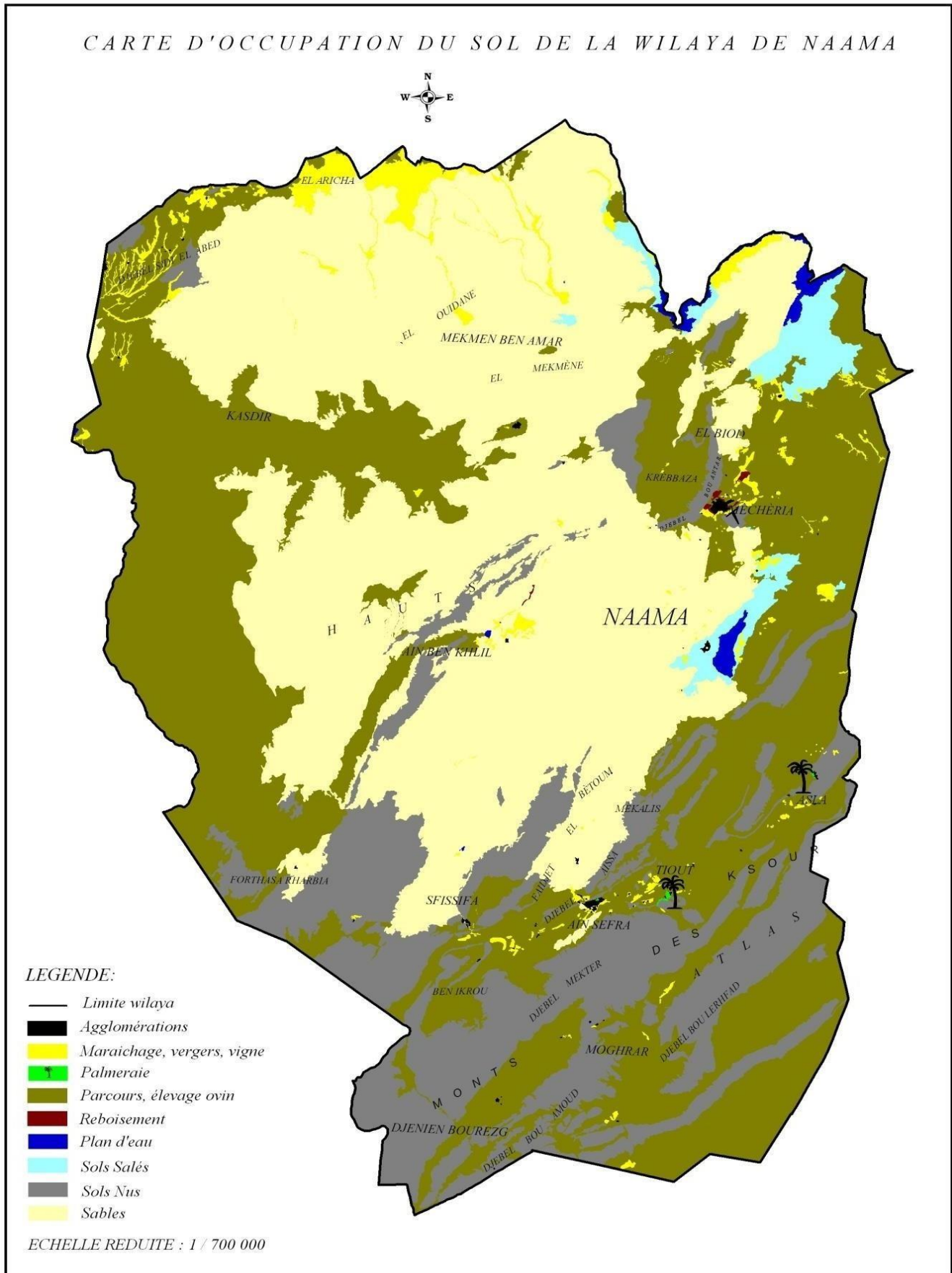


Figure 6 : Carte d'occupation du sol de la wilaya de Naâma (CENEAP 2009).

2. Aperçu sur le barrage vert en Algérie :

2.1. Naissance de l'idée du projet «Barrage vert»:

La naissance de l'idée «Barrage vert» n'était déclenché au début des années 70, précisément en 1974. Le projet qui relie les frontières algériennes occidentales aux frontières orientales avec une distance de 1500 Km sur une largeur moyenne de 20 Km (Belaaz 2003).

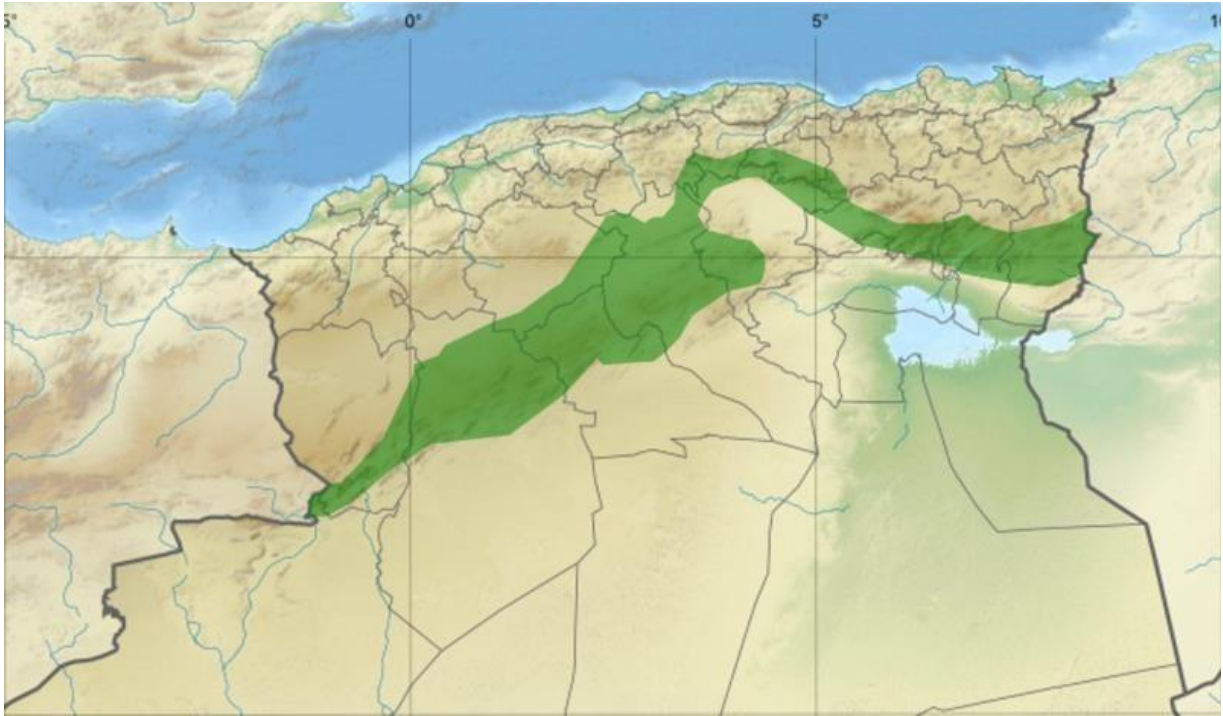


Figure 7 : Localisation du barrage vert en Algérie (Planet Risk, Davos2016).

2.2. Propriétés du «Barrage vert»:

2.2.1. Le reboisement:

Jusqu'à maintenant, 100 mille hectares de reboisement qui avaient été réalisés se composent principalement de Pin d'Alep.

Le reboisement qui avait pour but essentiel, la protection du sol, était réalisé sur:

- les sols à forte pente,
- les régions des dunes,
- les berges d'Oueds (Belaaz 2003).

2.2.2. La fixation des dunes:

Le vent persistant dans la région du «Barrage vert» influence négativement sur la densité du couvert végétal, provoquant ainsi la naissance des dunes mobiles, qui causent des graves formes de dégradation sur les différents parcours.

L'idée de fixation des dunes s'était lancée en 1981:

- Fixation par l'usage des feuilles sèches de palmier.
- Fixation par la plantation d'espèces conformes aux dunes de sable (Belaaz 2003).

2.2.3. L'aménagement des structures économiques de base:

Elles se composaient de:

- l'installation de routes et de pistes, qui avait pour but le désenclavement de la région steppique où se trouve le projet «Barrage vert»,
- la création de structures pour l'élevage des animaux (Belaaz 2003).

Chapitre II :

Approche bioclimatique

II. Approche bioclimatique

1. Étude des paramètres climatiques :

En profitant les anciennes données climatiques de la période (1913 à 1938) et les nouvelles données de la période (1985-2012) (source O.N.M :2013) et faire une comparaison entre les deux périodes et en analysant tous les facteurs climatiques fondamentaux à l'aide des quotients et des indices. Nous avons conclure le climat de la zone d'étude.

1.1. Précipitations :

A partir le tableau (**Tableau 4**) de la classification des précipitations mensuelles et annuelles, on peut réduire qu'il y a une réduction en quantité de pluies de la nouvelle période (273,18mm) par rapport à l'ancienne période (293mm).

Tableau 4 : précipitations moyennes mensuelles et annuelles de deux périodes (ONM 2013).

| Mois | J | F | M | A | M | J | JT | A | S | O | N | D | Total |
|------------------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-----|-----|------|-------|-------|-------|--------|
| 1913-1938 | 21 | 24 | 32 | 29 | 25 | 14 | 5 | 8 | 34 | 29 | 43 | 29 | 293 |
| 1985-2012 | 13,78 | 14,14 | 28,5 | 23,81 | 14,81 | 19,58 | 5,9 | 8,9 | 33,3 | 62,07 | 33,64 | 14,75 | 273,18 |

1.1.1. Régime saisonnier :

Murest (1935) a défini la première notion du régime saisonnier, il a calculé la somme des précipitations par saison, et a réalisé le classement des saisons par ordre de pluviosité descendant, signalant chaque saison par son initial (P : printemps, H : Hiver, E : été, A : automne) (**Crs** : Coefficient relatif saisonnier de Musset).

$$\text{Crs} = \text{Ps.4} / \text{Pa.}$$

Tableau 5 : Coefficient relatif saisonnier de Musset durant les deux périodes:(1913-1938)et (1985-2012) (ONM 2013).

| | Automne | | Hiver | | Printemps | | Eté | | Pa | Régime saisonnier |
|----|---------|------|-------|------|-----------|------|-------|------|--------|-------------------|
| | Ps | Crs | Ps | Crs | Ps | Crs | Ps | Crs | | |
| AP | 106 | 1,44 | 74 | 1,01 | 86 | 1,17 | 27 | 0,36 | 293 | APHE |
| NP | 129,01 | 1,88 | 42,66 | 0,62 | 67,12 | 0,98 | 34,38 | 0,64 | 273,18 | APHE |

Notre étude sur les régimes saisonniers montre que le type de ce régime durant les deux périodes est APHE. Nous apercevons que notre région d'étude caractérise par une abondance pluviale en hiver et au printemps, et en automne et une sécheresse estivale.

1.2. Températures :

Les données sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 6 : Températures moyennes mensuelles et annuelles de deux périodes :(1913-1938) et (1985-2012) (ONM 2013).

| Mois | J | F | M | A | M | J | Jt | A | S | O | N | D | Moy |
|-----------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| 1913-1938 | 6,3 | 7,6 | 11 | 14 | 18 | 18 | 28 | 28 | 23 | 16 | 10 | 6,7 | 15,55 |
| 1985-2012 | 8,14 | 9,25 | 13,23 | 16,58 | 21,66 | 27,07 | 31,83 | 31,21 | 24,58 | 18,91 | 12,23 | 9,42 | 18,67 |

Les données du **tableau 6** nous ont permis de donner les deux courbes de la figure suivante :

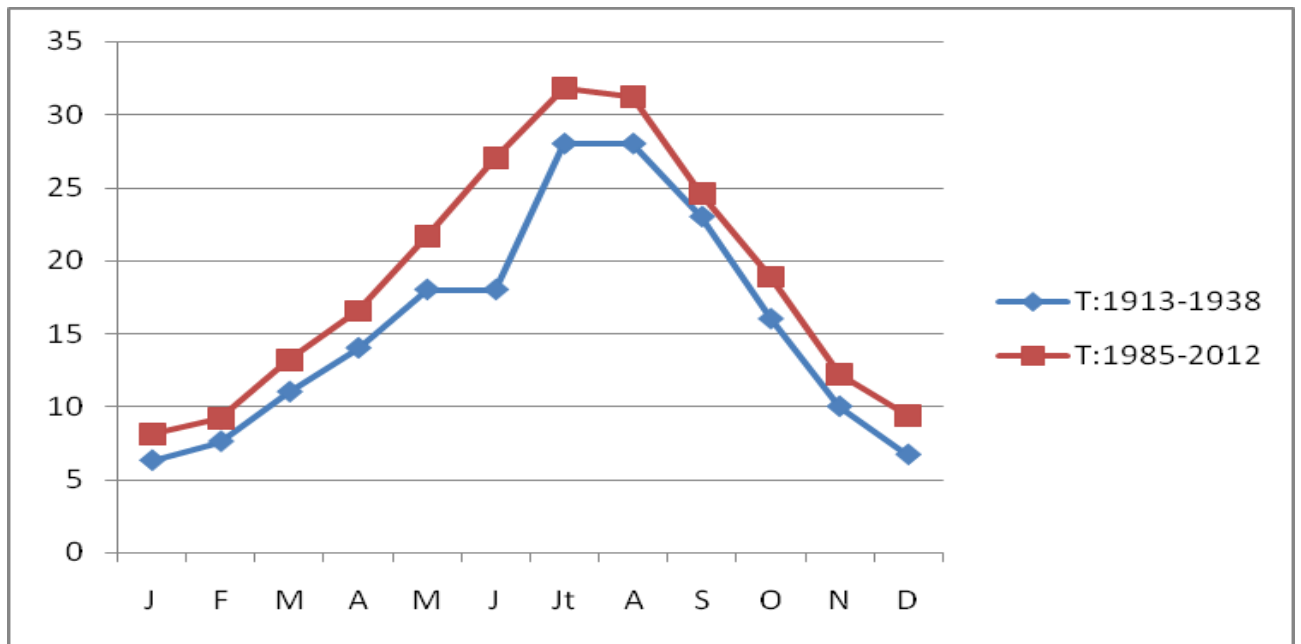


Figure 8 : Courbes des variations moyennes mensuelles des températuresdes périodes (1913-1938) et (1985-2012) (ONM 2018).

1.2.1. L'amplitude thermique moyenne : indice de continentalité :

Montre la semi continentalité du climat des régions du Naâma qui est déterminée par l'amplitude thermique moyenne (M-m).

Où « M » représente la température maximum et « m » celle des minimum.

Pour la NP :M : 36C° et m : 2,5C°- AP : M : 35,1C° et m : 1,5C°.

Tableau 7 : Amplitude thermique et type de climat de la région de Naâma (ONM 2013).

| Station | Période | M -m(C°) | type de climat |
|----------|-----------|----------|------------------------|
| Méchéria | 1913-1938 | 33,6 | Climat semicontinental |
| | 1982-2010 | 33,5 | Climat semicontinental |

2. Synthèse bioclimatique de la région nord de Naâma :

Tableau 8: Précipitations moyennes mensuelles et annuelles de périodes : (2009-2017) (ONM 2018).

| Mois | J | F | M | A | M | J | JT | A | S | O | N | D | total |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 2009-2017 | 28,48 | 11,49 | 18,81 | 13,21 | 14,79 | 8,3 | 4,97 | 13,75 | 28,39 | 19,64 | 29,76 | 16,65 | 208.24 |

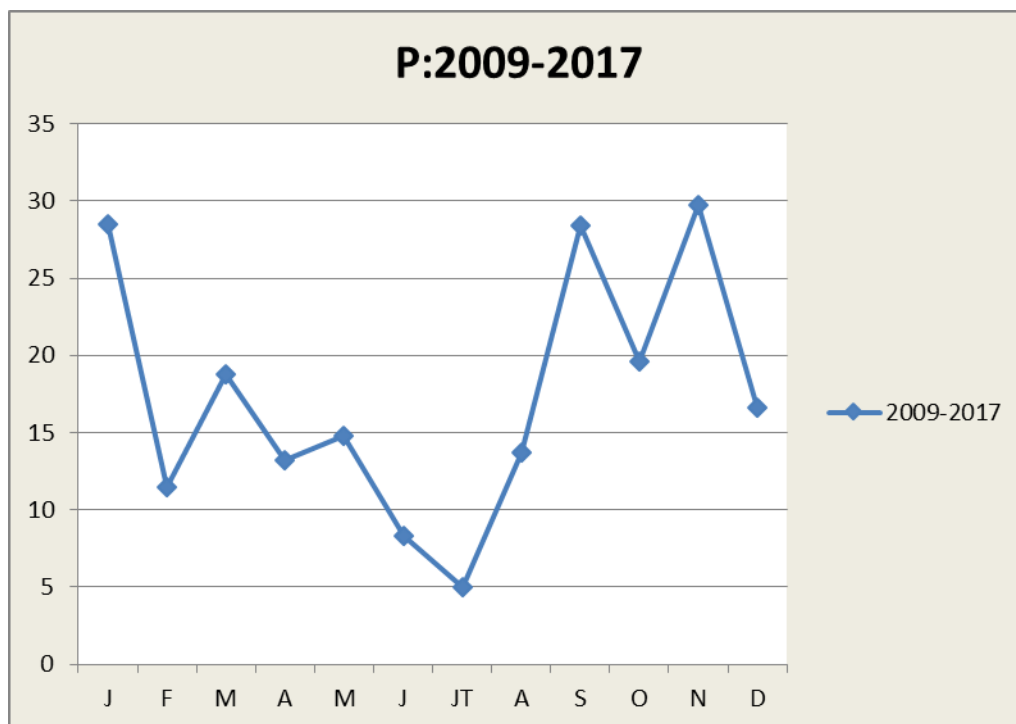


Figure 9: Courbes des variations moyennes mensuelles de la pluviométrie de périodes (2009-2017) (ONM 2018).

A partir de la courbe des changements moyens des précipitations et le tableau de classification des précipitations mensuelles et annuelles (Tableau 8), on peut conclure qu'il y a une réduction dans la quantité de pluies pendant les mois de la période (2009-2017).

2.1. La Température :

Les données thermiques pendant les périodes de (2009 - 2017) sont citées dans le Tableau suivant (Tableau 9) :

Tableau 9: Températures moyennes mensuelles et annuelles de périodes (2009-2017) (ONM 2018).

| Mois | J | F | M | A | M | J | JT | A | S | O | N | D | Moy |
|-----------|------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| 2009-2017 | 8,83 | 8,77 | 14,03 | 19,08 | 23,53 | 28,1 | 32,54 | 31,31 | 25,89 | 20,84 | 13,66 | 9,42 | 19,67 |

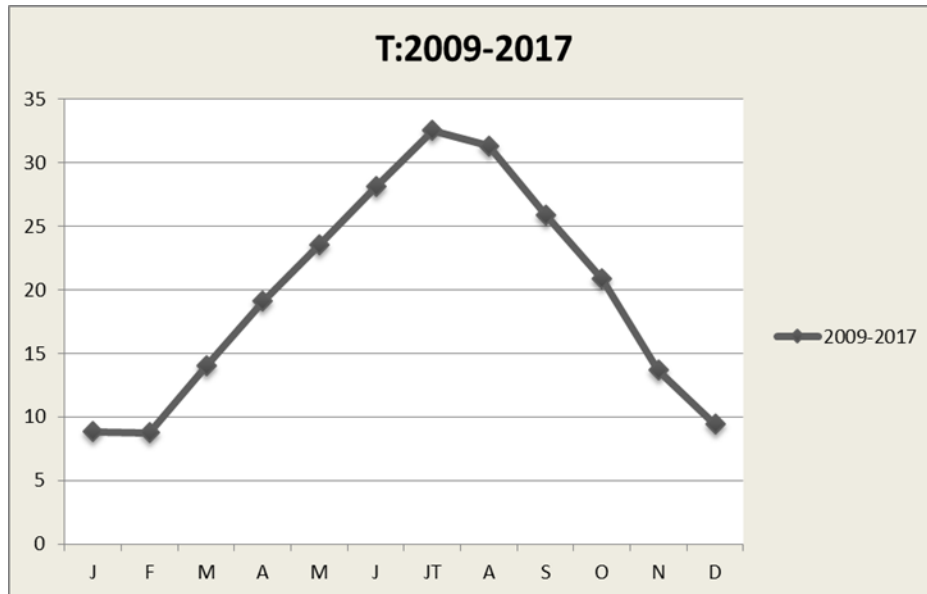


Figure 10: Courbes des variations moyennes mensuelles des températures de périodes (2009-2017) (ONM 2018).

Cette figure nous montre que la saison estivale est correspond aux mois suivant : Juin, Juillet et Août.

2.2. Diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gausson :

Bagnouls et Gausson (1953) ont posait un diagramme qui admet de calculer la durée de la période sèche en se basant sur la pluviosité mensuelle moyenne et la température moyenne mensuelle qui sont portées sur les axes ou $P = 2T$.

P : précipitation moyenne du mois en mm

T : température moyenne du mois même en °C.

Tableau 10 : Températures et la pluviométrie moyennes mensuelles et annuelles de périodes (2009-2017) (ONM 2018).

| 2009-2017/MOIS | J | F | M | A | M | J | JT | A | S | O | N | D |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| p (mm) | 28,48 | 11,49 | 18,81 | 13,21 | 14,79 | 8,3 | 4,97 | 13,75 | 28,39 | 19,64 | 29,76 | 16,7 |
| T (°C) | 17,66 | 17,54 | 28,06 | 38,16 | 47,06 | 56,2 | 65,08 | 62,62 | 51,78 | 41,68 | 27,32 | 18,8 |

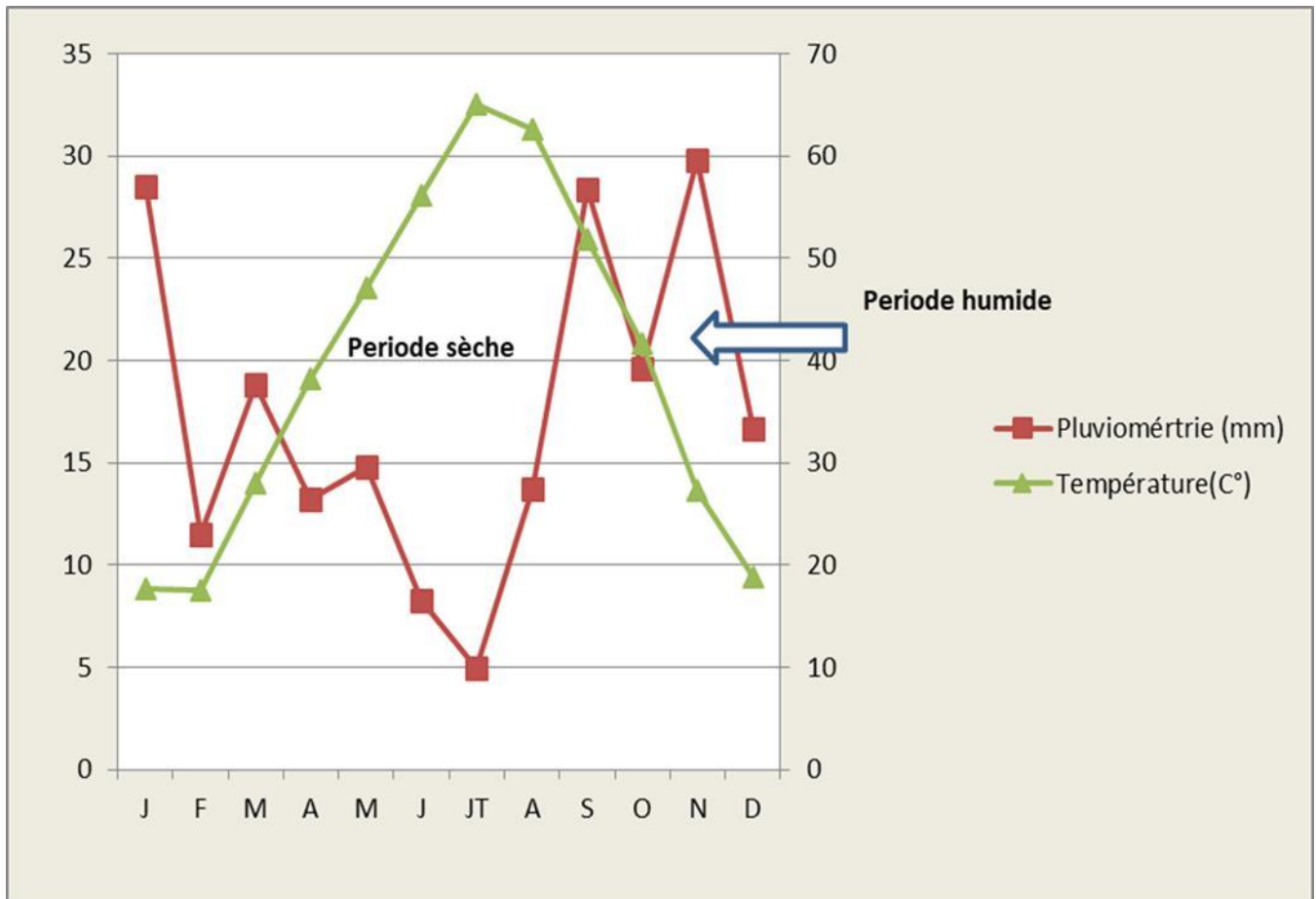


Figure 11 : Courbes ombro-thermiques de la région nord de Naâma (période 2009-2017) (ONM 2018).

2.3. Quotient Pluviothermique et climagramme d'Emberger :

L'indice d'Emberger détermine l'étage bioclimatique de la région. Il tient en compte les précipitations annuelles P, la moyenne des maxima de température du mois le plus chaud (M) et la moyenne des minima de température du mois le plus froid (m).

Chapitre II : Approche bioclimatique

Tableau 11 : Quotient Pluviothermique d'Emberger Q2 Durant La Période(2009-2017)
(ONM 2018).

| station | période | M ² -m ² (°k) | P moy | Q2 |
|---------|-----------|-------------------------------------|-------|-------|
| Naama | 2009-2017 | 981,9+273 | 17,35 | 27,65 |

Tableau 12 : Quotient Pluviothermique d'Emberger Q2 durant les Deux Périodes
(ONM 2018).

| STATION | Période | M (°k) | m (°k) | P moy | Q2 |
|-----------------|-----------|-----------|----------|--------|--------|
| Mécheria | 1913-1938 | 35,1+273 | 1,5+273 | 293 | 33.6 |
| | 1985-2012 | 33.04+273 | 1.73+273 | 273.18 | 22 ,76 |

Les données du (**Tableau 12**) nous ont permis de tracer le clima-gramme suivant (**Figure 12**) :

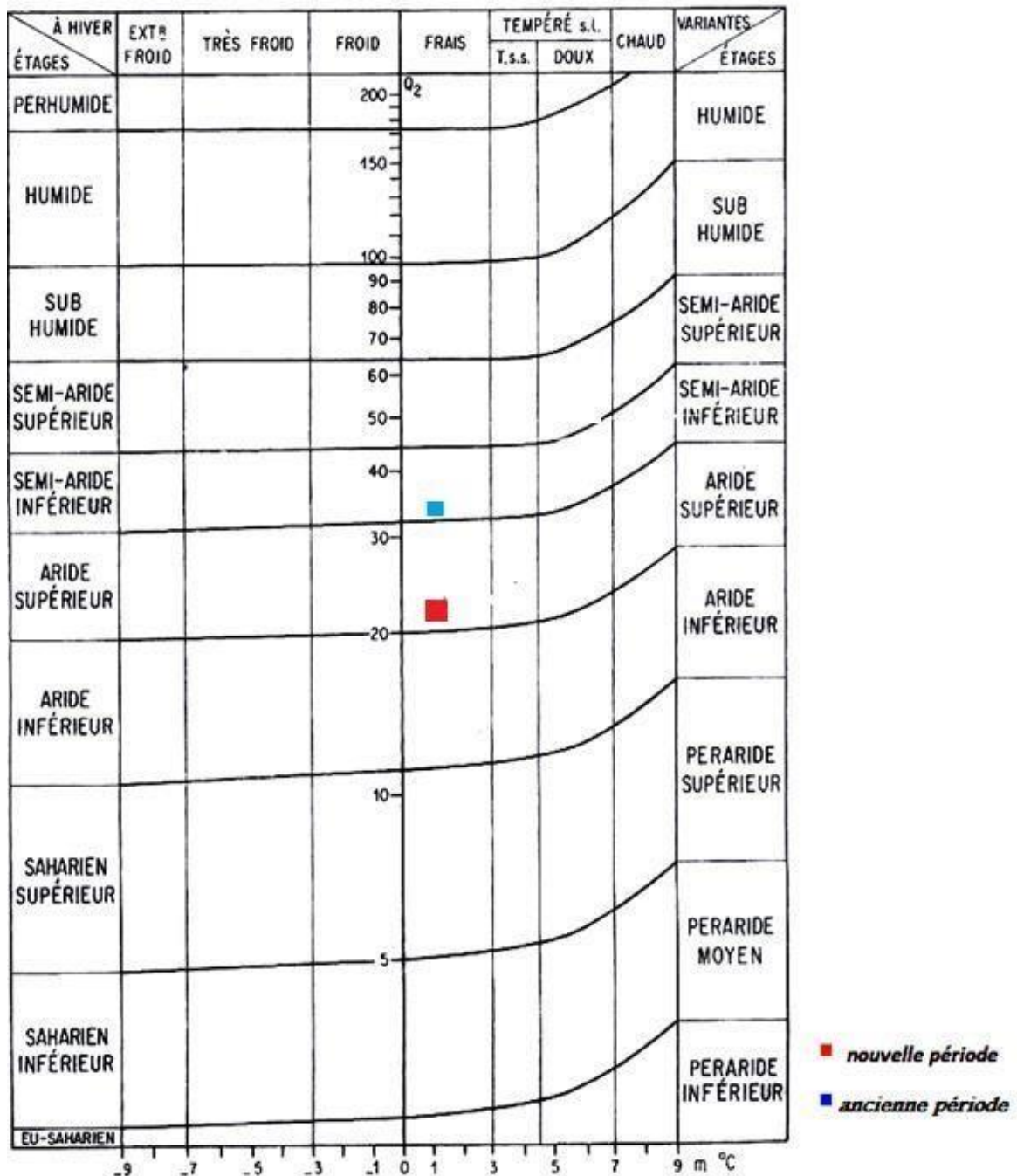


Figure 12 : Climagramme pluviométrique du quotient d'Emberger (Q2) (ancienne période et nouvelle période) (ONM 2018).

La lecture de cette figure montre que nos stations placent au niveau de l'étage semi-aride pendant l'ancienne période et aride pour la nouvelle période.

2.4. Indice d'aridité de Martonne :

L'indice de Martonne a pour but délimiter les détérioration des réseaux hydrographique en se basant sur le rapport de la pluviosité annuelle(mm) et la température moyenne annuelle (C°) augmenté de dix (Sané 2007).

$$I = P / (T + 10)$$

Lorsque I est supérieur à 20 lorsque le climat est plus humide, et lorsque I est inférieur à 20 lorsque le climat est plus aride.

Tableau 13 : Indice de Martonne (ONM 2018).

| STATION | ANNEE | I (mm/C°) | type de climat |
|----------|-----------|-----------|----------------|
| Méchéria | 1913-1938 | 11 ,46 | Semi aride |
| | 1982-2010 | 9,49 | Arde |

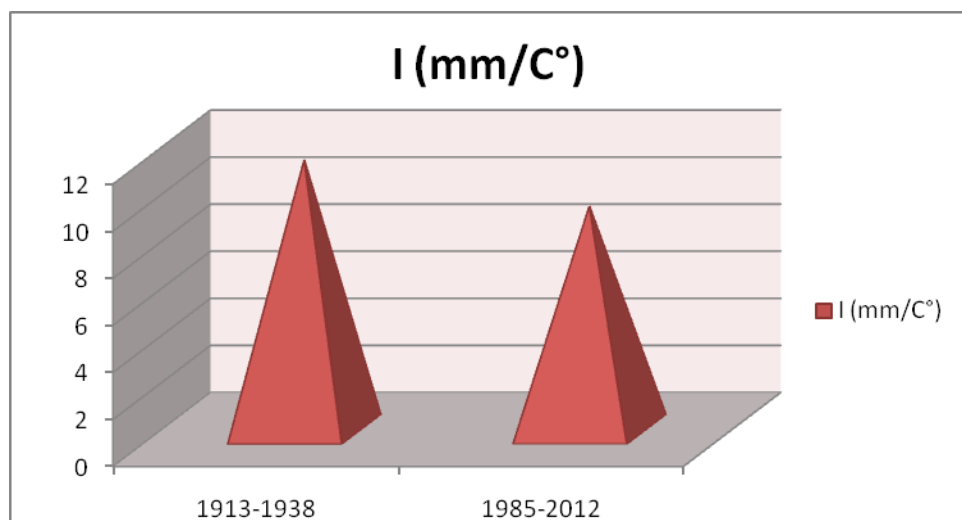


Figure 13 : Climagramme d'aridité de Martonne (ONM 2018).

Pour notre région d'étude le climagramme d'aridité de Martonne nous montre que le type de climat est semi-aride pour l'ancienne période et aride pour la nouvelle.

3. Conclusion :

L'analyse des données climatiques de notre région d'étude montre qu'il y a une diminution remarquable en précipitation (1985-2012) avec 273.18mm en comparant avec l'ancienne période avec 293mm. Aussi on a constaté que les températures mensuelles les plus basse du mois de janvier de l'ancienne période est de 6.3C° par contre la nouvelle période est de 8.14C°.

Les températures les plus élevées se situent au mois d'Aout et Juillet avec 28C° durant l'ancienne période par contre la nouvelle est de 31.83C°.

On a observé que le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson montre que la saison de sécheresse s'étend sur période de 6 mois (Mai à Octobre) par rapport la nouvelle, elle domine 8 mois (de Avril à Novembre).

L'indice de continentalité, les M-m présentent notre type de climat qui est semi- continental, et le climagramme pluviométrique d'Emberger déclare que notre climat est semi-aride pour l'ancienne période et aride pour la nouvelle. On peut réduire donc que notre zone d'étude caractérisée par un réchauffement climatique.

L'indice d'aridité montre que notre le type de climat de notre région qui est inférieur à 20 mm/c est de type aride.

Chapitre III :
Étude dendrométrique et
physionomique
(Méthode, résultat, discussion)

III. Étude dendrométrique et physiologique des peuplements

1. Introduction :

La dendrométrie indique l'opération qui (pour l'écologue, le sylviculteur) mesure le diamètre des arbres. Par extension, ce mot montre aussi l'opération qui par différents moyens de mesure, On peut déduire certaines caractéristiques physiques quantifiables des arbres ou des peuplements :

- diamètre (mesuré à hauteur de la poitrine à 1.3m).
- hauteur, volume (cubage).
- épaisseur de l'écorce.
- forme.
- âge.
- nature, état et volume ou diamètre du bois-mort.

(Massenet 2005).

Les essences ligneuses de *Pinus halepensis* sont homogènes et représente les 98% de la superficie reboisée dans la région du nord de Nâama. Ces peuplements sont issus des reboisements de mêmes périodes (47ans).

Notre objectif est de faire une estimation dendrométrique et physiologique des reboisements à *Pinus halepensis* dans la région du nord de Nâama en se basant sur l'intégration de l'ensemble des mesures nécessaires pour cette approche physio-dendrométrique.

Les paramètres dendrométrique récoltés sur le terrain ont été utilisés pour le calcul des différents indices dendrométriques de ces peuplements.

2. Procédés d'étude de la production :

2.1. Echantillonnage :

L'échantillonnage utilisé dans cette étude c'est l'échantillonnage stratifié. Cet échantillonnage autorise à avoir des placettes de sondages, là où le peuplement est homogène.

Chapitre III : Étude dendrométrique et physiologique des peuplements

Les placettes sont choisies selon un schéma destiné et prédéterminé, dont le but principal est d'assurer l'ensemble de la population de façon aussi uniforme que possible (Rondeux, 1999; Lecomte et Rondeux, 2002).

A cet effet, dans chaque peuplement sylvicole, les placettes ont été accueillantes dans des zones structurellement homogènes de manière à éviter certaines interactions.

Nous avons mesuré la hauteur, le diamètre, l'âge, le coefficient de forme, la surface terrière, le volume, en plus de ça on a récolté les caractéristiques stationnelles tel que : l'altitude, la pente, l'exposition, la topographie, la profondeur du sol.

Notre objectif essentiel est celui d'arriver à entourer les différents facteurs les plus pertinents, et les plus probables d'influencer sur la physiologie et le développement des peuplements végétaux dans les placettes d'échantillonnage.

Chapitre III : Étude dendrométrique et physionomique des peuplements

Tableau 14 : Placettes d'échantillonnage de *Pinus halepensis* dans les différentes stations de la région.

| Nom de la station | Numéro de placette | Coordonnées | Nom de la station | Numéro de placette | Coordonnées |
|-------------------|--------------------|----------------------|-------------------|--------------------|----------------------|
| Antar 1 | 1 | 33°32'51"N 0°17'43"W | Draa el-aoud 3 | 33 | 33°29'20"N 0°15'40"W |
| | 2 | 33°32'50"N 0°15'40"W | | 34 | 33°28'18"N 0°16'34"W |
| Anitar 1 | 3 | 33°31'56"N 0°17'31"W | | 35 | 33°31'21"N 0°17'44"W |
| | 4 | 33°31'58"N 0°17'30"W | | 36 | 33°35'21"N 0°17'26"W |
| | 5 | 33°31'21"N 0°17'44"W | | 37 | 33°36'27"N 0°13'51"W |
| | 6 | 33°33'41"N 0°17'18"W | | | |
| Antar 2 | 7 | 33°33'41"N 0°17'18"W | | | |
| | 8 | 33°33'39"N 0°17'19"W | | | |
| | 9 | 33°33'41"N 0°17'22"W | | | |
| | 10 | 33°33'46"N 0°17'13"W | | | |
| | 11 | 33°33'44"N 0°17'11"W | | | |
| | 12 | 33°33'49"N 0°17'09"W | | | |
| | 13 | 33°33'50"N 0°17'09"W | | | |
| Draa el-aoud 1 | 14 | 33°36'00"N 0°13'32"W | | | |
| | 15 | 33°36'41"N 0°13'13"W | | | |
| | 16 | 33°36'33"N 0°13'13"W | | | |
| | 17 | 33°36'18"N 0°12'38"W | | | |
| | 18 | 33°36'20"N 0°12'38"W | | | |
| | 19 | 33°36'21"N 0°12'35"W | | | |
| | 20 | 33°36'53"N 0°13'02"W | | | |
| Souiga | 21 | 33°13'10"N 0°20'34"W | | | |
| | 22 | 33°13'13"N 0°19'36"W | | | |
| | 23 | 33°13'17"N 0°19'39"W | | | |
| Litima | 24 | 33°13'17"N 0°19'39"W | | | |
| | 25 | 31°32'09"N 0°19'04"W | | | |
| | 26 | 31°31'06"N 0°18'05"W | | | |
| Khebaza | 27 | 33°38'00"N 0°12'37"W | | | |
| | 28 | 33°38'08"N 0°12'40"W | | | |
| | 29 | 33°38'52"N 0°12'08"W | | | |
| Anitar 2 | 30 | 33°31'21"N 0°17'44"W | | | |
| | 31 | 33°31'21"N 0°17'44"W | | | |
| | 32 | 33°31'21"N 0°17'44"W | | | |

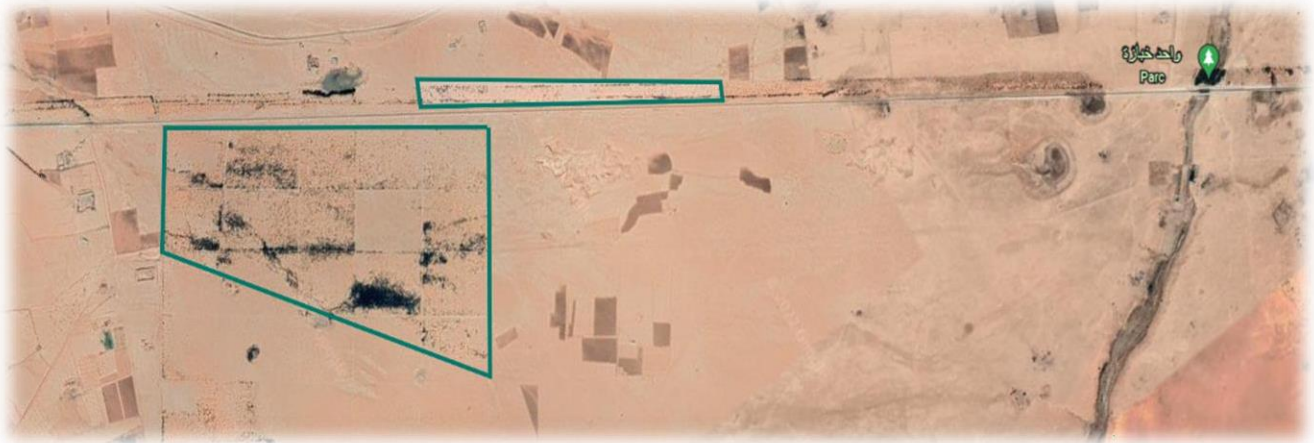


Figure 14 : Station Drae el-aoud (Mécheria-Nâama) (Google Earth 2022).



Figure 15 : Station Drae el-aoud sur terrain (Mécheria-Nâama) (Cliché Dakhssane 2022).

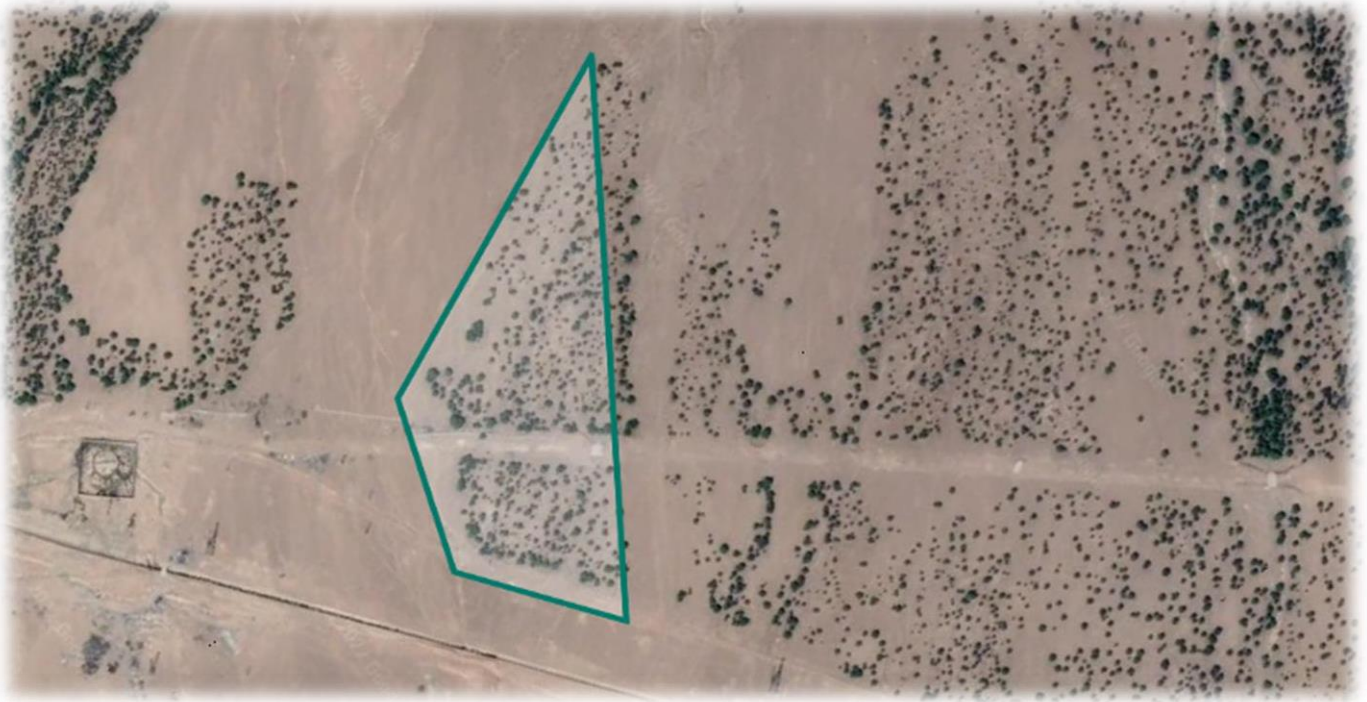


Figure 16 : Station Antar 1 (Mécheria-Nâama) (Google Earth 2022).



Figure 17 : Station Antar 1 sur terrain (Mécheria-Nâama) (Cliché Dakhssane 2022).



Figure 18 : Station Antar 2 (Mécheria-Nâama) (Google Earth 2022).



Figure 19 : Station Antar 2 sur terrain (Mécheria-Nâama) (Cliché Dakhssane 2022).



Figure 20 : Station Litima (Mécheria-Nâama) (Google Earth 2022).



Figure 21 : Station Litima (Mécheria-Nâama) (Cliché Dakhssane 2022).



Figure 22 : Station Souiga (Nâama) (Google Earth 2022).



Figure 23 : Station Souiga (Nâama) (Cliché Dakhssane 2022).

2.2. Matériels de mesures :

Dans cette méthode, nous avons utilisé le ruban gradué pour mesurer la circonférence des arbres dans toutes les 37 placettes, et qui été notre principal outil pour déduire le diamètre de chaque arbre dans les différentes placettes. Au cours de ces mesures, nous avons mesuré la hauteur, le coefficient de forme, la surface terrière, la pente, etc.

Nous avons pu aussi trouver l'exposition, les coordonnées des placettes à l'aide de l'application de Google Earth.

2.3. Dimension et forme des placettes d'échantillonnages :

La classification de nos placettes a été basée sur l'échantillonnage stratifié qui se base sur des normes écologiques (sols, expositions, altitudes etc.). Les placettes sont de forme carrée et établies sur des surfaces de 400 m.

2.4. Calculs de certaines variables dendrométriques et stationnelles :

Notre travail dendrométrique est fondé sur des paramètres récoltés sur le terrain. Après la limitation de chaque placette d'échantillonnage, les informations suivantes sont relevées dans l'objectif d'engager la production des peuplements forestiers ligneux.

Les variables ont été évaluées de la manière suivante :

1- Le nombre de tiges par hectare est calculé en divisant le nombre total d'arbres vivant sur la placette par la surface totale (Cailliz et Alder, 1980) :

$$N = n / 0,04 = \text{tiges} / \text{ha.} \quad \ll n \gg : \text{nombre d'arbres par placette, dont la surface est de } 400 \text{ m}^2.$$

2 – On a calculé la surface terrière d'un arbre suivant la formule comme suit :

$$g = \pi \cdot d^2 / 4$$

3 - Le (Dg), est calculé tout en basant sur :

Les diamètres des arbres de la placette. Nous avons identifié «L'arbre modèle » et qui répond à l'arbre de surface terrière moyenne "gm", divisées par le nombre "N" des arbres de la placette.

$$gm = G/N \quad \text{dont} \quad G = \pi/4 \sum d^2 i \quad \implies \quad G = \sum gi$$

d = diamètre de l'arbre (Pardé et Bouchon, 1988).

Pour calculer la surface terrière à l'hectare, nous utilisons la formule suivante :

$$G = G \text{ placette} / 0,04 \text{ (m}^2/\text{ha)}.$$

Chapitre III : Étude dendrométrique et physiologique des peuplements

Nous pouvons déduire le diamètre de l'arbre de surface terrière moyenne « l'arbre model » en utilisant le « gm ».

$$Dg = \sqrt{\frac{4gm}{\pi}}$$

4 - La hauteur dominante est la hauteur moyenne des arbres dominants. Dans nos placettes d'échantillonnage de 400 m².

5 – Chaque arbre a un volume de peuplement (V), suivant le cubage des arbres isolés, à partir du diamètre de chaque individu, à 1,30 m.

6-La connaissance de « fh », aide à cuber l'arbre après avoir mesuré son diamètre. fh, c'est la hauteur réduite par le coefficient de forme (Alder, 1980).

Pour déduire le volume, il suffit d'appliquer la formule suivante.

$$V = G.(fh)$$

Dont : $V = (\pi. d^2)/4 \times fh = (\pi \times d^3)/4 \times fh/d$

On peut aussi déduire le coefficient de forme f, à partir de la mesure de ht :

$$fh = 2/3.h_t$$

On obtient le volume par hectare pour la placette tout en appliquant la formule suivante :

$$V = V \text{ placette } / 0.04 \quad (m^3/ha).$$

7 – On a calculé l'accroissement annuel moyen qui représente le quotient, par l'âge, de l'accroissement total en volume d'un arbre depuis leur naissance jusqu'à cet âge (Anonyme, 1989a).

$$A.A.M = V_t / \text{Age} \quad (m^3/ha/an)$$

A la suite données dendrométriques sur la placette, nous avons procédé aux relevés des paramètres stationnelles telles que : la pente, l'altitude, l'exposition, recouvrement, profondeur du sol, etc.

Chapitre III : Étude dendrométrique et physionomique des peuplements

Tableau 15 : Données dendrométriques des placettes d'échantillonnage à *Pinus halepensis*.

| N° | N / ha | d moy (cm) | G Moy (m ²) | G/ha m ² /ha | Age (ans) | H.dom (m) | H.tot | f | V.moy | V.tot (m ³ /ha) | AAM (m ³ /ha/an) |
|----|--------|------------|-------------------------|-------------------------|-----------|-----------|-------|------|-------|----------------------------|-----------------------------|
| 1 | 275 | 11,42 | 0,0102 | 2,815 | 47 | 4 | 4,18 | 0,46 | 0,020 | 5,500 | 0,117 |
| 2 | 300 | 10,8 | 0,0092 | 2,747 | 47 | 5 | 5,5 | 0,67 | 0,034 | 10,200 | 0,217 |
| 3 | 225 | 12,47 | 0,0122 | 2,747 | 47 | 3 | 2,5 | 0,67 | 0,020 | 4,500 | 0,096 |
| 4 | 225 | 13,47 | 0,0142 | 3,205 | 47 | 2,5 | 3 | 0,67 | 0,024 | 5,400 | 0,115 |
| 5 | 175 | 7,98 | 0,0050 | 0,875 | 47 | 3 | 3,5 | 0,67 | 0,008 | 1,400 | 0,030 |
| 6 | 300 | 10,8 | 0,0092 | 2,747 | 47 | 5 | 5,5 | 0,67 | 0,034 | 10,200 | 0,217 |
| 7 | 275 | 11,32 | 0,0101 | 2,766 | 47 | 4 | 4,18 | 0,46 | 0,019 | 5,225 | 0,111 |
| 8 | 200 | 8,45 | 0,0056 | 1,121 | 47 | 3,5 | 3,6 | 0,67 | 0,013 | 2,600 | 0,055 |
| 9 | 375 | 7,83 | 0,0048 | 1,805 | 47 | 2,5 | 2,8 | 0,67 | 0,009 | 3,375 | 0,072 |
| 10 | 350 | 9,55 | 0,0072 | 2,506 | 47 | 6 | 5,8 | 0,67 | 0,028 | 9,800 | 0,209 |
| 11 | 275 | 12,28 | 0,0118 | 3,255 | 47 | 4 | 4,18 | 0,46 | 0,023 | 6,325 | 0,135 |
| 12 | 275 | 11,28 | 0,0100 | 2,747 | 47 | 4 | 4,18 | 0,46 | 0,019 | 5,225 | 0,111 |
| 13 | 250 | 9,35 | 0,0069 | 1,716 | 47 | 4,5 | 4,4 | 0,67 | 0,020 | 5,000 | 0,106 |
| 14 | 325 | 10,25 | 0,0082 | 2,680 | 47 | 6 | 5,9 | 0,67 | 0,032 | 10,400 | 0,221 |
| 15 | 175 | 7,98 | 0,0050 | 0,875 | 47 | 3 | 3,5 | 0,68 | 0,012 | 2,100 | 0,045 |
| 16 | 200 | 10,25 | 0,0082 | 1,649 | 47 | 5 | 4,7 | 0,67 | 0,026 | 5,200 | 0,111 |
| 17 | 200 | 12,34 | 0,0120 | 2,391 | 47 | 5,5 | 5,4 | 0,65 | 0,042 | 8,400 | 0,179 |
| 18 | 375 | 9,25 | 0,0067 | 2,519 | 47 | 7 | 6,8 | 0,65 | 0,030 | 11,250 | 0,239 |
| 19 | 275 | 11,28 | 0,0100 | 2,747 | 47 | 4 | 4,18 | 0,46 | 0,019 | 5,225 | 0,111 |
| 20 | 275 | 10,37 | 0,0084 | 2,321 | 47 | 4 | 4,18 | 0,46 | 0,016 | 4,400 | 0,094 |
| 21 | 200 | 10,45 | 0,0086 | 1,714 | 47 | 8 | 7,8 | 0,65 | 0,043 | 8,600 | 0,183 |
| 22 | 450 | 13,25 | 0,0138 | 6,202 | 47 | 7,5 | 7,4 | 0,66 | 0,067 | 30,150 | 0,641 |
| 23 | 500 | 13,56 | 0,0144 | 7,217 | 47 | 6 | 5,7 | 0,63 | 0,052 | 26,000 | 0,553 |
| 24 | 400 | 9,35 | 0,0069 | 2,745 | 47 | 4,5 | 4,6 | 0,68 | 0,022 | 8,800 | 0,187 |
| 25 | 300 | 10,8 | 0,0092 | 2,747 | 47 | 5 | 5,5 | 0,67 | 0,034 | 10,200 | 0,217 |
| 26 | 400 | 10,25 | 0,0082 | 3,299 | 47 | 3,5 | 3,8 | 0,72 | 0,023 | 9,200 | 0,196 |
| 27 | 400 | 10,25 | 0,0082 | 3,299 | 47 | 5 | 4,8 | 0,64 | 0,025 | 10,000 | 0,213 |
| 28 | 100 | 7,25 | 0,0041 | 0,413 | 47 | 6 | 5,8 | 0,64 | 0,015 | 1,500 | 0,032 |
| 29 | 150 | 8,26 | 0,0054 | 0,803 | 47 | 2,5 | 2,6 | 0,69 | 0,010 | 1,500 | 0,032 |
| 30 | 225 | 12,47 | 0,0122 | 2,747 | 47 | 3 | 2,5 | 0,64 | 0,019 | 4,275 | 0,091 |
| 31 | 225 | 12,47 | 0,0122 | 2,747 | 47 | 3 | 2,5 | 0,52 | 0,016 | 3,600 | 0,077 |
| 32 | 375 | 11,54 | 0,0105 | 3,920 | 47 | 3,5 | 3,4 | 0,65 | 0,013 | 4,875 | 0,104 |
| 33 | 175 | 7,98 | 0,0050 | 0,875 | 47 | 3 | 3,5 | 0,68 | 0,006 | 1,050 | 0,022 |
| 34 | 150 | 6,76 | 0,0036 | 0,538 | 47 | 7 | 6,7 | 0,64 | 0,005 | 0,750 | 0,016 |
| 35 | 175 | 7,98 | 0,0050 | 0,875 | 47 | 3 | 3,5 | 0,68 | 0,006 | 1,050 | 0,022 |
| 36 | 275 | 11,7 | 0,0107 | 2,955 | 47 | 4 | 4,18 | 0,46 | 0,014 | 3,850 | 0,082 |
| 37 | 150 | 6,76 | 0,0036 | 0,538 | 47 | 4 | 3,8 | 0,52 | 0,005 | 0,750 | 0,016 |

(N/ha) : Nombre de tige par hectare

(H.tot) : Hauteur totale

(d) : Diamètre moyen de peuplement

(f) : Le coefficient de forme à 1,30m

Chapitre III : Étude dendrométrique et physiologique des peuplements

(G) : Surface terrière moyenne

(V.moy): Volume moyen

(G/ha): Surface terrière par hectare

(V.tot): Volume total par hectare

(Age): âge de peuplement

(AAM): Accroissement annuel moyen

(H.dom): La hauteur dominante du peuplement

3. Classe de fertilité :

Désigne la capacité de production de nos placettes d'échantillonnage. Pour les calculer, on a basé sur le volume ou la hauteur (dominante ou moyen) du peuplement à un âge donné (Anonyme, 1989).

Pour soustraire des classes de fertilité, nous avons plusieurs classifications :

3.1. Construction des faisceaux de courbes de fertilité

Après la récolte des paramètres dendrométriques pour chaque station et pour toutes les 37 placettes d'échantillonnage et la récolte des relevées sur l'âge, la hauteur totale moyenne des arbres dominants, nous les représentons sur un graphe l'âge des arbres en abscisses, les hauteurs dominantes en ordonnées.

Par détermination graphique, nous avons collecté les points représentatifs de chacune des classes de fertilité ou de productivité.

Pour nos stations nous avons choisie 47 ans comme âge de référence, par ce que nos peuplements ont le même âge. (Conservation des forêts de la wilaya de Nâama).

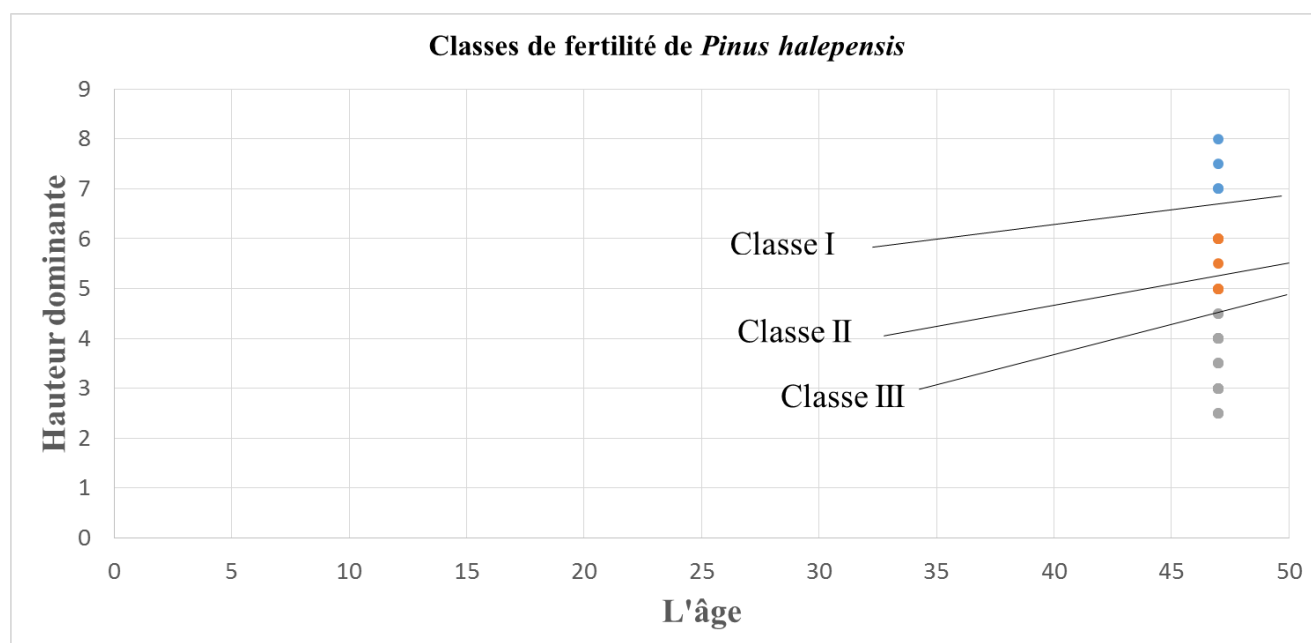


Figure 24 : Classes de fertilités de *Pinus halepensis*

Un diagnostic plus détaillé de ce graphique permet d'établir certaines limites de cette répartition.

Chapitre III : Étude dendrométrique et physiologique des peuplements

Pour un âge de 47 ans, les classes se distribuent de façon suivante :

- Hauteur dominante supérieure à 7 m pour la classe de fertilité I.
- Hauteur dominante comprise entre 7 m et 5.5 m pour la classe de fertilité II.
- Hauteur dominante inférieure à 5.5 m pour la classe de fertilité III.

Le tableau suivant, nous offre l'échelonnement des placettes selon les classes de fertilité (**Tableau 16**).

Tableau 16 : Les classes de fertilité des peuplements du *Pinus halepensis*

| Classe I de fertilité | | | Classe II de fertilité | | | Classe III de fertilité | | |
|-----------------------|-----------|-----------|------------------------|-----------|-----------|-------------------------|-----------|-----------|
| N° de la placette | Age (ans) | H dom (m) | N° de la placette | Age (ans) | H dom (m) | N° de la placette | Age (ans) | H dom (m) |
| 18 | 47 | 7 | 2 | 47 | 5 | 1 | 47 | 4 |
| 21 | 47 | 8 | 6 | 47 | 5 | 3 | 47 | 3 |
| 22 | 47 | 7.5 | 10 | 47 | 6 | 4 | 47 | 2.5 |
| 34 | 47 | 7 | 14 | 47 | 6 | 5 | 47 | 3 |
| | | | 17 | 47 | 5.5 | 7 | 47 | 4 |
| | | | 23 | 47 | 6 | 8 | 47 | 3.5 |
| | | | 25 | 47 | 5 | 9 | 47 | 2.5 |
| | | | 27 | 47 | 5 | 11 | 47 | 4 |
| | | | 28 | 47 | 6 | 12 | 47 | 4 |
| | | | | | | 13 | 47 | 4.5 |
| | | | | | | 15 | 47 | 3 |
| | | | | | | 19 | 47 | 4 |
| | | | | | | 20 | 47 | 4 |
| | | | | | | 24 | 47 | 4.5 |
| | | | | | | 26 | 47 | 3.5 |
| | | | | | | 29 | 47 | 2.5 |
| | | | | | | 30 | 47 | 3 |
| | | | | | | 31 | 47 | 3 |
| | | | | | | 32 | 47 | 3.5 |
| | | | | | | 33 | 47 | 3 |
| | | | | | | 35 | 47 | 3 |
| | | | | | | 36 | 47 | 4 |
| | | | | | | 37 | 47 | 4 |

Chapitre III : Étude dendrométrique et physiologique des peuplements

En conséquence, nous avons conclu que la fertilité des placettes d'échantillonnage est liée aux plusieurs coefficients essentiels, comme les coefficients climatiques (pluviométrie, température maximale et minimale), et les coefficients édaphiques (la profondeur et la texture du sol).

4. Estimation des accroissements et de la production :

L'analyse de l'accroissement des peuplements nous a autorisé de mettre en évidence :

- Fertilité de station.
- Aspect du peuplement dans une période donnée.
- Possibilité en bois.
- Essais d'exploitabilité (détermination de l'âge et le diamètre maximum d'exploitabilité).

5. Relation entre la profondeur du sol et la hauteur dominante :

En se basant sur notre étude sur les différentes placettes d'échantillonnages, nous avons observé qu'il y a une relation entre la profondeur du sol et la hauteur dominante qui sera par la suite illustrée par le graphique suivant (**Figure 25**).

Il est adapté, à présent, de fournir un aperçu sur les caractéristiques générales des sols dans nos 37 placettes qui ont permis d'évaluer la profondeur du sol pour chaque placette.

En fonction de relevées obtenues et pour faciliter les comparaisons, l'ensemble des placettes a pu être réparti en 3 classes sur la base de leur profondeur.

Classe I

Ces sols ont une épaisseur comprise entre 60 à 90 cm de profondeur et fournissent de bons bilans hydriques. Ce type de sols se rencontre dans les placettes N° 21, 22, 19, 18, 10.

Classe II

Cette classe regroupe les placettes N°1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,14,16. Ce modèle de sols se caractérise par une épaisseur moyenne saisie entre 30 et 60 cm.

Classe III

On a une profondeur entre 10 et 30 cm : Il s'agit de sols d'épaisseur proportionnellement faible et squelettiques. Ce type de sols se trouve au niveau des placettes :

N°12, 13, 15, 17, 20, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37.

Chapitre III : Étude dendrométrique et physiologique des peuplements

Donc, on peut déduire que la profondeur du sol joue un rôle décisif dans la production ligneuse du *Pinus halepensis*.

Dans la **figure 25**, la profondeur des placettes et la production sont reliées. Nous avons constaté qu'il n'y a pas de corrélation entre profondeur du sol et la présence du *Pinus halepensis*. Cette catégorie domine les sols peu épais, dégradés et généralement peu évolués. Ces spécificités traduisent la capacité du *Pinus halepensis* d'exister sur les sols les plus pauvres.

Tableau 17 : Profondeur du sol en fonction de la hauteur dominante.

| N° de placette | H (dom) | P,de sol(m) | N° de placette | H (dom) | P,de sol(m) |
|----------------|---------|-------------|----------------|---------|-------------|
| 1 | 4 | 0,3 | 23 | 6 | 0,5 |
| 2 | 5 | 0,3 | 24 | 4,5 | 0,25 |
| 3 | 3 | 0,3 | 25 | 5 | 0,35 |
| 4 | 2,5 | 0,3 | 26 | 3,5 | 0,35 |
| 5 | 3 | 0,3 | 27 | 5 | 0,3 |
| 6 | 5 | 0,4 | 28 | 6 | 0,4 |
| 7 | 4 | 0,4 | 29 | 2,5 | 0,15 |
| 8 | 3,5 | 0,4 | 30 | 3 | 0,25 |
| 9 | 2,5 | 0,4 | 31 | 3 | 0,35 |
| 10 | 6 | 0,6 | 32 | 3,5 | 0,2 |
| 11 | 4 | 0,5 | 33 | 3 | 0,2 |
| 12 | 4 | 0,15 | | | |
| 13 | 4,5 | 0,2 | | | |
| 14 | 6 | 0,4 | | | |
| 15 | 3 | 0,25 | | | |
| 16 | 5 | 0,4 | | | |
| 17 | 5,5 | 0,7 | | | |
| 18 | 7 | 0,8 | | | |
| 19 | 4 | 0,85 | | | |
| 20 | 4 | 0,2 | | | |
| 21* | 8 | 0,9 | | | |
| 22 | 7,5 | 0,6 | | | |

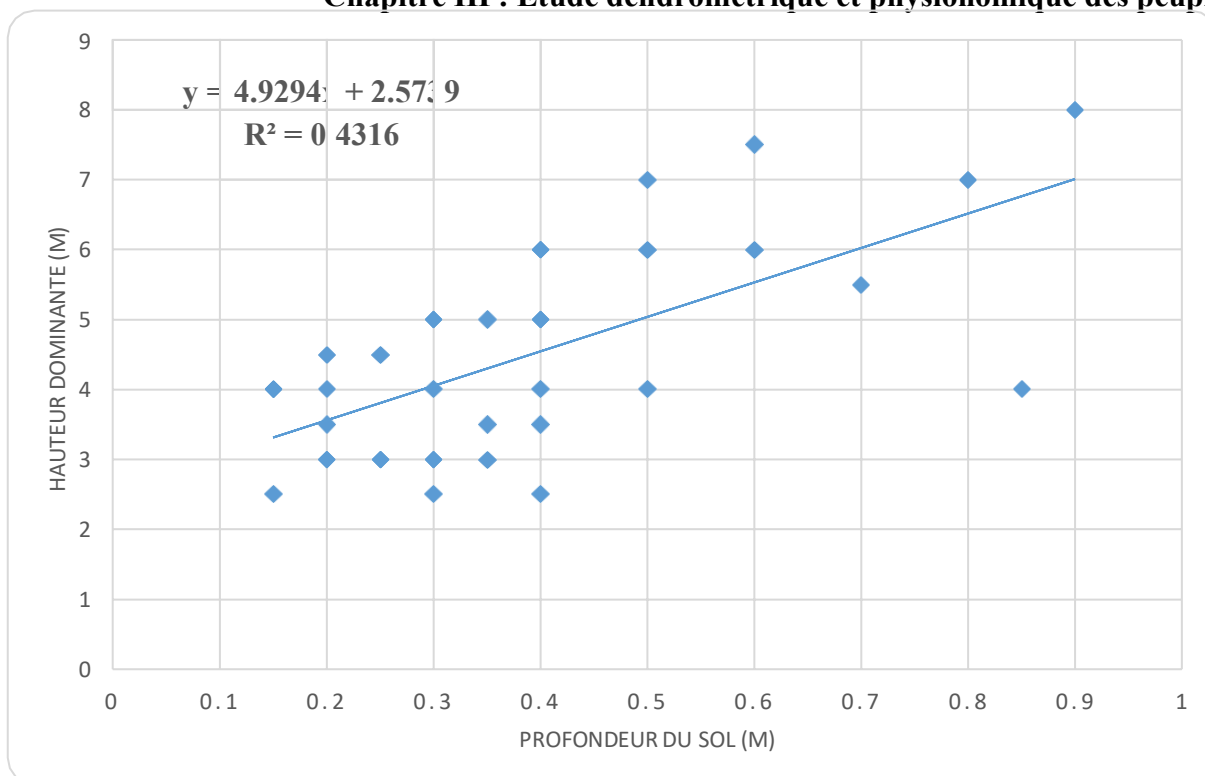


Figure 25 : Profondeur du sol dans les 37 placettes en fonction de la hauteur dominante.

6. Classification physiologique :

Le peuplement végétal est défini comme un groupement végétal présentant une propriété physiologique déterminée, séparément de la proximité taxonomique des espèces qui le composent. Warming, (1909).

6.1. Méthodes d'analyse de la végétation :

La physiologie définit le contenant ou l'apparence globale de la végétation. Payette et Gauthier (1972).

Sur le plan physiologique plusieurs définitions sont admises pour définir les types de végétation, selon Trochain (1955) in Ionesco et Sauvage, (1962), les types de végétation sont « de grands ensembles végétaux qui empreignent en paysage une physiologie particulière, parce qu'ils résultent de l'agglomération d'espèces végétales précisément variées mais appartenant, en grande majorité à une même forme biologique qui est ainsi dominante ».

L'étude de la physiologie de la végétation passe nécessairement par une approche de la nature permettant de mieux la connaître. Lepart et Escarre (1983). On maîtrisant les paramètres écologiques de la zone d'étude pouvant nous aider à identifier les différentes formes de physiologie des groupements végétaux.

Chapitre III : Étude dendrométrique et physionomique des peuplements

La méthode physionomique repose sur la physionomie de la végétation, c'est sur la structure de la communauté végétale étudiée) sans entrer dans le détail de la composition floristique.

Pour classer les reboisements du Nord de Nâama sur une base physionomique on doit prendre en considération plusieurs paramètres et formes de la végétation : les types physionomiques (Forêt ; Matorrals haut et bas...). Aussi selon la nature, la densité et la hauteur, ainsi des critères tel que la répartition horizontale, verticale de la strate ligneuse.

6.2. Classification des principaux types de formation végétale :

Dans notre étude nous avons procédé à classer les peuplements en fonction des classes de fertilités déjà effectués dans partie dendrométrique et la hauteur dominante des arbres.

Forêt :

C'est une formation végétale arborescente dont la hauteur est supérieure à 07 mètres et se trouvant dans la première classe de fertilité.

Matorral haut :

Le matorral haut « est une formation à végétaux ligneux dont la hauteur des arbres est compris entre 07 et 5,5 mètres est de hauteur et dérivant toujours une forêt dégradée par les incendies ou le surpâturage. Ce type de végétation est incluse dans la deuxième classe de fertilité.

Matorral bas :

Les matorrals bas sont des formations végétales constituées des petits arbres ou arbrisseaux n'excèdent pas la hauteur de 5,5 mètres. Survivant dans des conditions écologiques (Climat et sol...) plus rigoureuses et difficiles. Ce type de végétation appartient à la 3^{ème} classe de fertilité.

Chapitre III : Étude dendrométrique et physionomique des peuplements

Tableau 18 : La classification physionomique selon les classes de fertilité des peuplements du *Pinus halepensis*.

| Classification Physionomique | | | | | | | | |
|------------------------------|-----------|-----------|------------------------|-----------|-----------|-------------------------|-----------|-----------|
| Forets | | | Matorral haut | | | Matorral bas | | |
| Classe I de fertilité | | | Classe II de fertilité | | | Classe III de fertilité | | |
| N° de la placette | Age (ans) | H dom (m) | N° de la placette | Age (ans) | H dom (m) | N° de la placette | Age (ans) | H dom (m) |
| 18 | 47 | 7 | 2 | 47 | 5 | 1 | 47 | 4 |
| 21 | 47 | 8 | 6 | 47 | 5 | 3 | 47 | 3 |
| 22 | 47 | 7.5 | 10 | 47 | 6 | 4 | 47 | 2.5 |
| 34 | 47 | 7 | 14 | 47 | 6 | 5 | 47 | 3 |
| | | | 17 | 47 | 5.5 | 7 | 47 | 4 |
| | | | 23 | 47 | 6 | 8 | 47 | 3.5 |
| | | | 25 | 47 | 5 | 9 | 47 | 2.5 |
| | | | 27 | 47 | 5 | 11 | 47 | 4 |
| | | | 28 | 47 | 6 | 12 | 47 | 4 |
| | | | | | | 13 | 47 | 4.5 |
| | | | | | | 15 | 47 | 3 |
| | | | | | | 19 | 47 | 4 |
| | | | | | | 20 | 47 | 4 |
| | | | | | | 24 | 47 | 4.5 |
| | | | | | | 26 | 47 | 3.5 |
| | | | | | | 29 | 47 | 2.5 |
| | | | | | | 30 | 47 | 3 |
| | | | | | | 31 | 47 | 3 |
| | | | | | | 32 | 47 | 3.5 |
| | | | | | | 33 | 47 | 3 |
| | | | | | | 35 | 47 | 3 |
| | | | | | | 36 | 47 | 4 |
| | | | | | | 37 | 47 | 4 |

6.3. Résultats :

La majorité des peuplements forestiers de la wilaya de Nâama sont des formations artificielles issues des reboisements effectués en 1974 (Barrage vert) pour lutter contre la désertification.

Chapitre III : Étude dendrométrique et physionomique des peuplements

A cet effet nous avons choisi une méthode quand la trouve fiable pour cette classification. C'est l'utilisation des classes de fertilités dont leurs synthèse est basée sur des paramètres dendrométriques et écologiques. Nous avons synthétisé trois classes physionomiques à savoir : Forêts (Arbres supérieurs de 07mètres), Matorrals élevé (07-5,5mètres), Matorrals bas (inférieur de 5 ,5mètres).

7. Aménagement de l'espace forestier, astuces et propositions :

Rappelons, que les formations sylvicoles dans la région de Nâama utilisent une superficie de 137.600 ha (CFN 2011), qui demandent plusieurs opérations d'entretien et d'entretien il s'agit :

Dans les jeunes peuplements forestiers (cas du *Pinus halepensis*), sont encore en différents périodes de croissances, gaulis, bas perchis et haut perchis. Dans chaque phase, il y a lieu d'apercevoir des travaux sylvicoles favorables, afin d'assurer la bonne éducation et le développement continu de nos peuplements. En effet, il devrait les démarrer au plus vite, en suivant la chronologie des travaux en fonction des cycles présents : L'élagage (d'ébranchage), la mise en défens qui doit être stricte, un réseau de pistes et routes forestière qui facilitent l'exécution des travaux sylvicoles.

8. Conclusion :

Après la récolte des données dendrométriques, nous avons témoigné que les accroissements et la production de nos peuplements sont liés aux plusieurs facteurs écologiques à savoir : le climat, le sol, la topographie, etc., ainsi que le coefficient anthropozoïque et les travaux sylvicoles.

L'analyse du tableau 14, permet de constater que la hauteur dominante du *Pinus halepensis* de certaines placettes a une fertilité meilleure (I classe). Il peut atteindre 7.5m à 8m (cas des placettes N°22 et 21). C'est une hauteur qu'on trouve importante et intéressante pour des peuplements en pleine croissance (perchis). D'autres stations où les conditions écologiques ne sont pas favorables, la hauteur dominante est trop faible (cas de la placette N° 24, ne dépasse pas les 4.5m).

Pour la classification physionomique des peuplements se fait tout en basant sur les trois classes de fertilité. Nous avons synthétisé trois classes physionomiques à savoir : Forêts (Arbres supérieurs de 07mètres), Matorrals haut (07-5,5mètres), Matorrals bas (inférieur de 5 ,5mètres).

Conclusion générale

Conclusion générale :

Localisée dans le sud-ouest des hauts plateaux sur une surface de près de 3 millions d'hectares, la wilaya de Nâama se trouve exposée au phénomène de la désertification. Face à ce phénomène, le secteur des forêts durant plus de 35 ans lance des opérations de reboisement ou l'estimation a toujours manqué, fait l'objet de la présente étude que nous avons effectué.

Les résultats établis nous a permis d'enregistrer un total de 37 placettes dans les différentes stations de reboisement (station de Drae el-aoud, station de Khebaza, station de Litima, station de Antar, station de Anitar, station de Souiga).

Cette étude d'estimation a autorisé d'estimer les différents phénomènes qui affectent, à des degrés variables, les peuplements ligneux de *Pinus halepensis*. Cette étude est basée sur les essences homogènes et ligneuses de *Pinus halepensis*. Rappelons que ces essences ligneuses sont issues des reboisements de mêmes périodes. On a mesuré les diamètres, hauteurs totales, les hauteurs dominantes, les âges, nombre de tige, volume sur pied, dans les différents stations. Notre souci est d'intégrer l'ensemble des mesures essentiels pour cette approche physio-dendrométrique.

Dans le dernier chapitre, il nous a été possible de mettre en exergue les paramètres dendrométriques et physiologique des différents peuplements de *Pinus halepensis* dans les 37 placettes d'échantillonnage. Ces paramètres récoltés sur les stations de la zone d'étude permettent de répartir les reboisements en trois classes de fertilité :

- Hauteur dominante supérieure à 7 m pour la classe de fertilité I.
- Hauteur dominante comprise entre 7 m et 5.5 m pour la classe de fertilité II.
- Hauteur dominante inférieure à 5.5 m pour la classe de fertilité III.

Ces classes sont déterminées tout en basant sur la relation hauteur dominante/âge. Cependant, nous avons observé qu'il existe une relation entre la profondeur du sol et la hauteur dominante, cela signifie la présence d'un impact édaphique qui dirige les variables dendrométrique des différentes placettes d'échantillonnage.

L'analyse de cette relation montre que la profondeur du sol et la hauteur dominante sont corrélées. Ces spécificités traduisent l'aptitude et la possibilité du *Pinus halepensis* de vivre sur les sols les plus pauvres.

Concernant la productivité (les accroissements annuels moyens) est caractérisée par une variance d'une placette à l'autre (entre 0.022 (m³/ ha/an) et 0.642(m³/ ha/an). Cette différence est due à la qualité de la placette et la densité (nombre de tiges à l'hectare).

A propos de la physiologie des peuplements artificiels du nord de Nâama, nous avons synthétisé trois classes physiologiques à savoir : Forêts (Arbres supérieurs de 07mètres), Matorrals haut (07-5,5mètres), Matorrals bas (inférieur de 5 ,5mètres) tout en basant sur l'utilisation des classes de fertilités dont leurs synthèse est basée sur des paramètres dendrométriques et écologiques.

On a constaté aussi l'absence de travaux d'entretien surtout en élagages et les éclaircies, ce qui nous dérive que les hauteurs et les diamètres des arbres dans la majorité des stations de la zone d'étude restent faibles.

Finalement, ce travail offre une contribution à l'étude des différents coefficients qui ont guidés les reboisements dans cette région, et crée un point de départ pour des études d'estimation sur les différentes essences sylvicoles de la wilaya.

Liste de références

- ALDER D, (1980)** : Estimation des volumes et accroissements des peuplements forestiers. Etude et prévision de la production. F.A.O. Vol. 2. 229p.
- ANONYME, (1989 A)** : Manuel d'aménagement forestier Québec. Ministère de l'énergie et des ressources. Québec. Service des Forêts. 237p.
- BENAISSA M, (2019)** : Etude de la dynamique de la diversité végétale des Monts de Ksours, thèse de doctorat, p27.
- BELAAZ M, (2003)** : Le barrage vert en tant que patrimoine naturel national et moyen de lutte contre la désertification. Mémoire soumis au XII congrès forestier mondial, Canada. 51 p.
- CENEAP, (2009)** : Etude du plan d'aménagement du territoire de la wilaya de Naama. Phase II : orientations générales, enjeux et schémas prospectifs d'aménagement. 91 p.
- CONSERVATION DES FORETS, (2006)** : Le reboisement dans la wilaya de Naama, bilan, évaluation, perspectives. Rapport, 7 p.
- DAJOZ R, (1977)** : Catastrophes biologiques naturelles. Encyclopédie de l'écologie. Ed. Larousse. Paris. Pp : 94-106.
- DAVOS P, (2016)** : Barrage vert en Algérie (planet-risk.org/index.php/pr/article/view/171/319).
- DGF, (2010)** : Orientations pour une stratégie d'élaboration d'un programme à moyen et long terme de renouveau rural. Rapport, 21 p.
- DIRECTION DE LA PLANIFICATION ET DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE, (2020)** : Monographie de la wilaya éd. 2020. (DPSB)
- DSA, (2011)** : Recueil des données statistiques de la wilaya de Naama année 2020.
- EMBERGER L, (1952)** : Sur le quotient pluviothermique. C. R. Acad. Sc., 234. pp : 2508-2510.
- MASSENET J, (2005)** : Cours de dendrométrie en ligne (jymassenet-foret.fr).
- ZAIR M, (2011)** : Bilan écologique et socio-économique des reboisements dans la wilaya de Nâama et perspectives d'avenir, thèse de magister p3.
- WARMING, (1908)** : Okologiens grundformer. Copenhague.